

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

Хайрушева Гүлден Айбекқызы

Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін 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

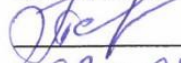
Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд-ы

 Е. Т. Таштай

«03» 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастыру»

5B071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы

Орындаған:

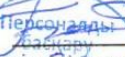


Хайрушева.Г.А

Пікір беруші

АЭЖБУ, ЕЖЖЖ

тех. ғыл. канд-ы

 А.О.Қасымов

«30» 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ кафедрасының

қауымдастырылған лектор

 Н.А.Джунусов

«30» 04 2019 ж.



Қолтаңбаны растаймын	
Подпись заверяю	
	3.10.
Қызметі	аты-жөні
«0» 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

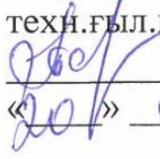
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,

техн.ғыл.канд.

 Е.Таштай

«20» 01 2018 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Хайрушева Гүлден Айбекқызы

Тақырыбы «Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастыру»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «25» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: 1) ID-Net қызметтерін ұйымдастыруды талдау, PON негізінде FTTH желісін құру, PON және FTTH желілерінің сипаттамаларын келтіру, Қапшағай қаласының телекоммуникация желілеріне толық талдау жүргізу, Қазақтелекомда қолданылатын GPON желісінің архитектурасын көрсету.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) ID-Net қызметтерін ұйымдастыру мүмкіншіліктерін талдау;
- б) Абоненттерге қатынау желісін өңдеу;
- в) Желінің негізгі параметрлерін есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 11 слайдта көрсетілген.

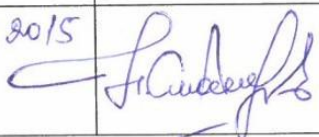
Ұсынылатын негізгі әдебиет 16 атау

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын талдау	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын таңдау және құру	02.03.2019 - 02.04.2019	орындалды
Желінің негізгі сипаттамаларын есептеу	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
ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын талдау	Н.А.Джунусов, ЭТЖҒТ каф.лекторы	4.05.19	
ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын таңдау және құру	Н.А.Джунусов, ЭТЖҒТ каф.лекторы	4.05.19	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы Смайлов Н.К.	04.05.2019	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Н.А.Джунусов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Г.Хайрушева

Күні

“ ” май 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Қапшағай қаласына ID-Net қызметтерін: абоненттерге «Drive» ақылды телефон қызметін, бір ID Phone нөмірін, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар санын және “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметтерін ұсыну қарастырылған.

Бастапқы бөлімдерде ID-Net қызметін ұйымдастыруға арналған технологияларға талдау жүргізілген және олардың сипаттамалары келтірілген. Сонымен қатар ID-Net қызметін ұйымдастыратын желілердің топологиясын құру және ID-Net қызметтерін ұйымдастырудың сұлбасы көрсетілген.

Ал техникалық бөлімде ID-Net қызметін ұйымдастыруға GPON Ericsson кеңжолақты қатынау жүйесі, BML 1500 жабдығы және басқа қажетті жабдықтар мен құрылғылар таңдалған.

Техникалық есептеу бөлімінде ID-Net қызметінің өткізу жолағы, магистральді талшықты-оптикалық кабельдің параметрлері және оптикалық кабелдегі шығындар есептелген.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе предусмотрено предоставление услуг ID-Net в городе Капшагай: абонентам умной телефонной услуги «Drive», одного номера ID Phone, неограниченного количества минут междугородной связи внутри РК и услуги “Megaline/ID Net Turbo Drive”.

В начальных разделах проведен анализ технологий для организации услуги ID-Net и приведены их характеристики. А также представлены схема организации услуг ID-Net и построение топологии сетей организации услуг ID-Net.

В технической части выбраны системы широкополосного доступа GPON Ericsson для организации услуги ID-Net, оборудование BML 1500 и другие необходимые устройства и оборудование.

В технической части рассчитаны пропускная способность услуги ID Net, параметры магистрального волоконно-оптического кабеля и потери на оптическом кабеле.

ANNOTATION

This thesis provides for the provision of ID-Net services in Kapshagai: smart phone service "Drive", one ID Phone number, unlimited minutes of long-distance communication within the Republic of Kazakhstan and services "Megaline/ID Net Turbo Drive".

In the initial sections, the analysis of technologies for the organization of ID-Net service and their characteristics are given. A diagram of the organization of the services of ID-Net and building a network topology for organization of services ID Net.

In the technical part, GPON Ericsson broadband access systems for the organization of ID-Net service, BML 1500 equipment and other necessary devices and equipment were selected.

In the technical part, the bandwidth of the ID Net service, the parameters of the main fiber-optic cable and the losses on the optical cable are calculated.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын талдау	10
1.1	FTTH технологиясын талдау	10
1.2	PON технологиясының техникалық сипаттамалары	14
1.3	GPON технологиясы	20
1.4	Мәселенің қойылымын негіздеу	24
2	ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын таңдау және құру	26
2.1	GPON технологиясының қатынау желілерін құру	26
2.2	Ұйымдастырылатын желінің топологиясын құру	27
2.3	GPON Ericsson кеңжолқты қатынау жүйесі	30
2.4	EDA1500 жабдығы	31
2.5	Аналогтық телефонды H.248 жалғау құрылғылары	33
2.6	GPON желісін жалғау құрылғылары	36
3	Желінің негізгі сипаттамаларын есептеу	40
3.1	«Оптикалық бюджет» ұғымы	40
3.1.1	Оптикалық кәбіл сигналының өшуі	41
3.1.2	Оптикалық бюджеттің есебі	42
3.2	Магистральді талшықты-оптикалық кабельдің параметрлері	43
3.3	ID-Net қызметінің өткізу жолағы	45
3.4	Шудан қорғанудың шектік мәнін есептеу	47
3.5	Кабел параметрлерін есептеу	51
3.6	Талшықты-оптикалық кабелдің SZ - құрылымын есептеу	52
3.7	Талшықты оптикалық байланыс желісінің сенімділігін есептеу	53
	Қорытынды	57
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	58

КІРІСПЕ

2010 жылдан бастап «Қазақтелеком» АҚ Қазақстанның әртүрлі қалалары мен ауылдарында жеке тұлғаларға арнап FTTH (Fiber to the home — үйге/пәтерге дейін баратын оптикалық талшық) технологиясы бойынша iD Net интернетке кеңжолқты қатынаудың жаңа қызметін енгізді. Осылайша, қазіргі кезде Қазақстанның барлық аймақтарында iD Net белгісімен интернетке қатынаудың инновациялық қызметі ұсынылуда [1].

FTTH технологиясы абоненттік қатынау желілерін құрудағы заманауи перспективалық технологиялардың бірі ретінде телефония, интернет және интерактивті ТВ қызметтерінің толықтай спектрін ұсынып отыруға мүмкіндік береді. FTTH желісі қалалар мен ауылдарда GPON технологиясының негізінде іске асырылған, кейінгісі тораптарында пассивті оптикалық тармақтағыштары бар бәйтірек тәрізді архитектураға ие болып келеді.

Айта кететіні, «Қазақтелеком» АҚ интернет желісіне кеңжолқты қатынау қызметтерін ұсынуда оптикалық талшықты 2000 жылдан бері қолдануда. Барлық облыс орталықтары мен бірқатар қалаларда FTTC (Fiber to the curb – үйлер тобына дейін баратын оптикалық талшық) технологиясы қолданылады. Компанияның инновациялық жобалары оптикалық кабельді әр абоненттің үйіне дейін төсеуді көздейді. Осылайша, абоненттерге арнап қызметтердің толықтай жиынтығын «бір розеткадан» ұсыну мүмкіндігі ұйымдастырылады: iD TV (интерактивті телевидение), iD Phone (телефония қызметтері) және iD Net (интернетке кеңжолқты қатынау). Ол үшін абоненттерге home gateway клиенттік жабдығы жалға беріледі.

iD Net абоненттері интернетке ішкі ресурстарға кірістік және шығыстық арна арқылы 100 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен, сыртқы ресурстарға — 2 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен қатынап отыра алады (олардың IP-адрестері RIPE жүйесінде «Қазақтелеком» АҚ-ның атына тіркелген). Бұл жағдайда сыртқы ресурстарға трафиктің шегі 40 Гбайт құрайды. Трафиктің шегіне жеткен жағдайда сыртқы ресурстарға қатынау жылдамдығы кірістік және шығыстық арналар бойынша 128 Кбит/с дейін төмендейді.

Пайдаланушылардың интернет-арналардың өткізу жолағына қатысты қажетсінулерінің артуын ескере отырып, «Қазақтелеком» АҚ компаниясы «соңғы милядағы» оптикалық-талшықты кабельді қолданатын технологияның әлеуетін жоғары бағалауда.

iD Net технологиясы Megaline желісімен салыстырғанда интернет желісіне қатынау, бейнедеректер мен дауысты таратудың анағұрлым жоғары сапалы қызметтерін қамтамасыз етеді. Белгілі болғандай, талшықты-оптикалық байланыс желілері бүгінгі күні ақпарат ағымын таратудың аса заманауи және сапалы әдісі болып табылады.

Бұл дипломдық жобада ID-Net қызметін Қапшағай қаласында ұйымдастыру қарастырылған.

1 ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын талдау

1.1 FTTN технологиясын талдау

«Қазақтелеком» АҚ GPON технологиясына негізделі отырып, iD-Net интернетке жоғары жылдамдықпен қатынау, iDTV жоғары сапалы интерактивності цифрлық телевидение және iD Phone цифрлық телефония қызметтерін ұсынады. GPON технологиясының арқасында абоненттердің деректерді тарату, телефония және IP-телевидение желісіне 100 Мбит/сек жылдамдықпен қатынау мәселесі шешілген болатын [2].

«Қазақтелеком» АҚ Қапшағай қ. барлық көп пәтерлік (4 қабаттан биік) үйлерді GPON технологиясы бойынша FTTN оптикалық-талшықтық желісіне қосуды жүзеге асыруда. Бұл келешекте желінің мыстық құраушысынан толықтай бас тартуға, желінің зақымдалуын еселеп азайтуға және ұсынылып отырған қызметтердің сапасын едәуір арттыруға мүмкіндік береді.

Fiber to The X немесе FTTx (ағылш. fiber to the x – X нүктесіне дейін баратын оптикалық талшық) – бұл өзінде байланыс торабынан бастап белгілі бір жерге дейін (X нүктесі) талшықты-оптикалық кабель, алы әрі қарай абонентке дейін мыс кабель өткізілген кез келген желіге арналған ортақ термин (оптикалық талшық тікелей абоненттік құрылғыға дейін төселетін нұсқасы да орын алуы мүмкін) [3, 4].

Осылайша, FTTx – бұл тек физикалық деңгей. Алайда іс-жүзінде бұл ұғым арналық және желілік деңгейдегі технологиялардың көптеген санын қамтиды. FTTx жүйесінің кең жолағымен жаңа қызметтердің көптеген санын ұсыну мүмкіндігі тікелей байланысты болып келеді.

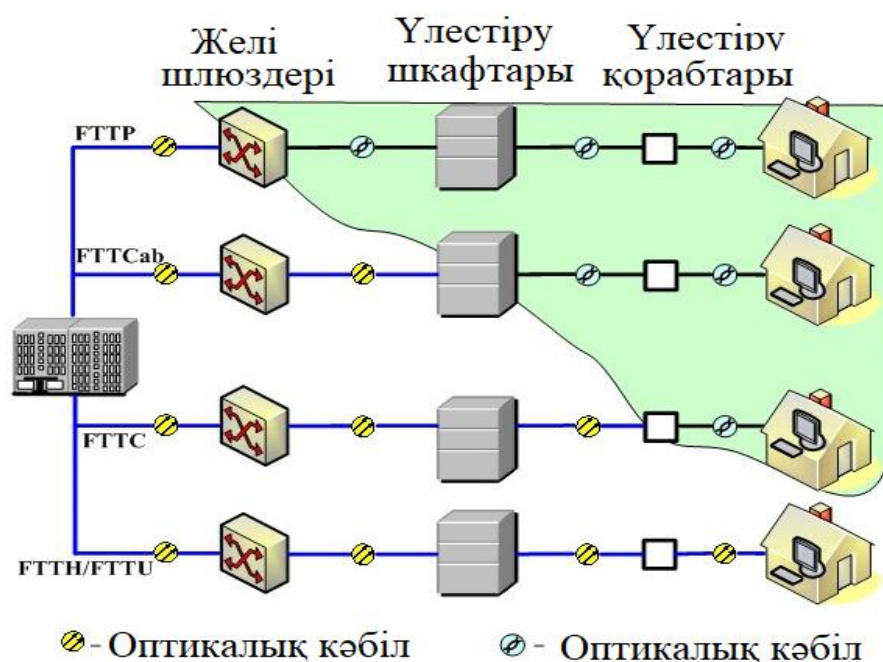
FTTx тобына архитектураның төрт негізгі түрі кіреді:

- FTTN (Fiber to the Node) – желілік торапқа дейін төселген талшық, абоненттен 1 км қашықтықта орналасқан;
- FTTC (Fiber to the Curb) – ықшамауданына, оралымға немесе үйлердің тобына дейін төселген талшық, абоненттен 500 м қашықтықта орналасқан;
- FTTB (Fiber to the Building) – ғимаратқа дейін төселген талшық, абоненттен 100 м қашықтықта орналасқан;
- FTTN (Fiber to the Home) – үйге (пәтерге немесе жеке тұрған коттеджге) дейін төселген талшық.

Олар негізінен оптикалық кабельдің пайдаланушылық терминалға қаншалықты жақын келетінімен өзгешеленеді (1.1 сурет).

FTTN және FTTC (Fiber to the Node, Fiber to the Curb) өзінде үлестіруші «мыс» инфрақұрылым тұрған және оптикалық талшықты төсеу тиімсіз болатын жерлерде негізінен бюджеттік және жылдам ендірілетін шешім ретінде қолданылады. Осы шешіммен байланысты қиындықтар: ұсынылып отырған қызметтердің арнада төселген мыс кабельдердің спецификалық проблемаларымен негізделген сапасының төмендігі, бір кабельдегі қосылыстардың жылдамдығы мен саны бойынша елеулі түрде шектелуі.

FTTC – бұл FTTN желісінің жасқартылған нұсқасы, оның кейінгісіне тән кемшіліктері жоқ. FTTC желісінде негізінен ғимараттардың ішімен төселген мыс кабельдер қолданылады, оларда, әдетте, телефондық арнаға судың тиюімен, желінің ұзақ қашықтығымен және қолданыстағы мыс тарамдарының сапасымен байланысты проблемалар болмайды, бұл мыс телімінде таратудың анағұрлым жоғары жылдамдығына қол жеткізіп отыруға мүмкіндік береді. FTTC технологиясы ең алдымен xDSL не PON технологияларын қолданып жүрген операторларға және кабельдік телевидение операторларына арналған.



Сурет 1.1– FTTx технологиялары

FTTB (Fiber to the Building) технологиясы аса көп тараған болып келеді, себебі Ethernet (ETTx) негізіндегі FTTx желілерді құру кезінде бұл көп жағдайларда техникалық тұрғыдан мүмкін болатын жалғыз ғана сұлба. Оған қоса, ETTx желісін құрушығындарының құрылымында разница между вариантами FTTC және FTTB желілерінің арасындағы айырмашылық салыстырмалы түрде шамалы болып келеді, бұл жағдайда FTTB желісін пайдалану кезіндегі операциялық шығындар төмен, ал өткізу жылдамдығы жоғары.

FTTH (Fiber to the Home) желілері ретінде өздерінде оптикалық түзілім (немесе оптикалық қабылдағыш) соңғы белсенді элемент болып табылатын желілер түсініледі. Оптикалық түзілімнің тікелей, қосымша күшейткіштерсіз шығысы теледидармен немесе абоненттік терминалмен байланысты, мысалы STB (Set-Top-Box). FTTH технологиясы кезінде FTTB технологиясымен, және әсіресе FTTC технологиясымен салыстырғанда оптикалық күшейткіштердің көп саны қолданылатыны анық. FTTH технологиясының өзгелермен (FTTC және FTTB) салыстырғандағы негізгі ерекшеліктері:

– FTTH технологиясының анағұрлым жоғары сенімділігі. Оптикалық белсенді компоненттерді қолданумен ғана құрылған деректерді тарату мен телевидениенің барлық мультисервистік желілері (МСЖ), әдетте, жоғары сенімділікке ие;

– FTTH желісін негізгі үлестіру тораптарында оптикалық кросстық шкафтарды орнатудың арқасында қайта конфигурациялаудың қарапайымдылығы. Қайта коммутациялау тиісті бағыттар бойынша патчкордтарды қайта орнатудың есебінен жүзеге асырылады;

– FTTH қатар желілерін құрудың қарапайымдылығы оның аса маңызды артықшылықтарының бірі болып табылады. ТОВЖ керемет ерекшеліктерге ие мінсіз көпарналы (физикалық деңгейде) тасымалдау желісі болып табылады: шамадан тыс кеңжолақтылық, электромагниттік бөгеуілдердің барлық түрлерінен қорғалу, аз қумалық шығындар, температуралық әсерлерге қарсы төмен сезімталдық, рұқсат етілмеген қосылудан жоғары қорғау және т.б.

FTTH қатынау желілерін ұйымдастырудың келесі әдістері барынша кең тараған болып келеді:

– пассивті оптикалық желіге (PON) негізделген нүкте-көпнүкте (P2MP). Пассивті оптикалық желі (PON) «нүкте-көпнүкте» топологиясын іске асырады, ол бір оптикалық талшық арқылы 64 пайдаланушыға қатынау қызметтерін ұсынуға мүмкіндік береді. PON желісінде оптикалық талшықты бөлу үшін пассивті тармақтағыштар (сплиттерлер) қолданылады. PON желісіне негізделген FTTH архитектурасы әдетте Ethernet хаттамасын қолдайды. Кейбір жағдайларда төмен түсетін ағымдағы (downstream) толқынның қосымша ұзындығы қолданылады, бұл пайдаланушыларға дәстүрлі аналогтық және цифрлық телевизиялық қызметтерді IP қолдаумен телевизиялық қондырмаларсыз ұсынып отыруға мүмкіндік береді.

– белсенді оптикалық желіге (AON) негізделген нүкте-нүкте (P2P).

Белсенді оптикалық қатынау желісінде (AON) оптикалық сигналды үлестіру үшін белсенді желілік құрылғылар (коммутаторлар, маршрутизаторлар, мультиплексорлар) қолданылады, нәтижесінде орын алу нүктесінде орналасқан жабдықтар шығып отырған трафик (POP) ол өзіне арналған пайдаланушыға тікелей түсіп отырады. Былайша айтқанда, бұл жағдайда «нүкте-нүкте» оптикалық қосылысы ұқсатылады.

AON желілерінде Ethernet хаттамасы ең көп тараған болып келеді, ал желілердің өздері «белсенді оптикалық Ethernet-желілер» немесе Ethernet FTTH деп аталатын болды.

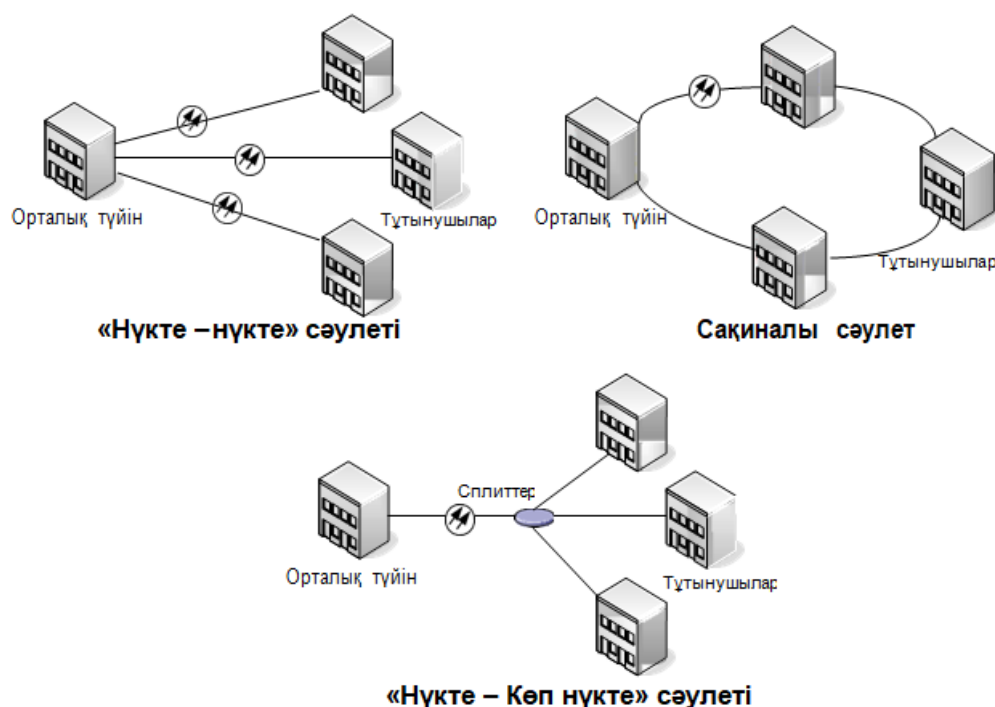
Түпкілікті құрылғылар жеке тұрған тұрғын үйлерде, пәтерлерде немесе көп пәтерді үйлерде орнатылуы мүмкін, олардың жертөле қабаттарында желілерді барлық пәтерлерге тиісті тарату технологиясы арқылы жеткізіп отыратын коммутаторлар орналасады.

PON (пассивті оптикалық желілер) – талшық бойымен, тез дамудағы ең перспективті кеңжолақты мультисервистік қатынау технологиялар жанұясы. PON технологиясының мәні, оның атауына сай келеді, таратылған желі активті

компоненттерсіз құрылады: оптикалық сигналдың таралуы бірталшықты оптикалық байланыс желісінде оптикалық қуаттың пассивті бөлгіштері – сплиттерлер арқылы жүзеге асады.

Құрылымы жағынан пассивті оптикалық желісі үш басты элементтерден

– станциялық терминал OLT-дан, пассивті оптикалық сплиттерлерден және абоненттік терминал ONT-дан тұрады. OLT терминалы PON желісінің сыртқы желілермен қарым-қатынасын қамтамасыздандырса, сплиттерлер оптикалық сигналды PON трактісінде таратса, ал ONT абоненттік жағындағы керекті интерфейстермен иемденеді. Қатынау желілерінің үш негізгі топологиялары 1.1-суретінде көрсетілген.



Сурет 1.2 - Қатынау желілерінің үш негізгі топологиялары

Бұл суретте қатынау желілерінің әртүрлі топологияларын қарастырғанда негізгі үш сәулетті көрсетуге болады: «сақиналы», «нүкте-нүкте», «нүкте-көп нүкте»; Қатынау желілерінде сақиналы топологиясын (Micro SDH және басқалар) қолданғанда оның тиімді жұмысы үшін барлық сақина түйіндері қосылып, жұмыс істеу керек. Бірақ, тәжірибе жүзінде мұндай желі құрылысында тұтынушыларды қосу бір уақытта болмайды. Сол кездің өзінде, сақиналық желіні аз санды абоненттер үшін түгел салып қосқанда, ол жоғары бастапқы шығындарға әкеледі. Тапсырушы қызмет көрсету келісім-шартына қол қоймайынша, абоненттік оптикалық түйінді салу рационалсыз. Сондықтан, шын өмірде қатынау желілерінің сақиналық топологияларының көбісі не өте жинақы ("collapsed rings"), не бір кабель бойымен созылыққы келеді.

Салынып біткен сақинаға жаңа абоненттерді қосу – осы сақинаны ажыратып, жаңа сегментті қосу арқылы жүзеге асырылады. Осындай сақинаға абоненттер қосылуының сенімділігі туралы айту қиынға түседі. Сондықтан, SDH қатынау желілерінде абоненттер қосылу арналарында «нүкте-нүкте» топологиясы қолданылады.

«Нүкте-нүкте» топологиялы қатынау желілерінде пайда болатын басты қиындық – ол кабельдік жүйелерінің төмен тиімділігі, бұл олардың ғимарат қабатынан шығуына байланысты. Мұндай сәулетте орталық кеңседен әр ғимаратқа резервтелу мүмкіндігінсіз бөлек талшық жұбын енгізу қажет (немесе төрт резервтелу мүмкіндігімен). Бұл әдістеме тек мына жағдайда ақталады, егер абоненттік түйіндер (ғимараттағы абоненттер жиынтығы, кеңсе, мекеме) телекоммуникациялық қызметтер қолдану жағынан жеткілікті деңгейде рентабельді болып, олардың әрқайсысына жеке кабель тартылса.

Ethernet қатынау желісі өте қиын таратылған бұтақты сәулетімен ерекшелінеді. Бірақ, әр бұтақтың түйініне сәйкес бір активті құрылғы орнатылып (коммутатор, маршрутизатор), ал осы активті құрылғылардың порттары бір-бірімен тек жұпты «нүкте-нүкте» топологиясы арқылы қатынайды. Резервті арналар (олар да «нүкте-нүкте») екі жеке порттарды қолдану арқылы жасалынады.

«Нүкте – көп нүкте» топологиясында, PON технологиясының негізі болатын, орталық түйіннің бір портына бұтақты сәулеттің түгел бір талшық-оптикалық сегменті, оған он шақты тұтынушы кіріп, қосылады. Сонымен қатар, бұтақтың аралық түйіндерінде – жинақы, толығымен пассивті оптикалық таратқыштар (сплиттерлер), тоқ пен қызметті қажет етпейтін, орнатылады. Сплиттер қосдиапазонды, ал ол дегеніміз 1310 нм терезесінде (негізгі диапазон немесе О-диапазон, original) және 1550 нм терезесінде (негізгі диапазон немесе С-диапазон, conventional) жұмыс істеуі қажет. Тарату түйіні ретінде, коллектор орнатылған кабельді муфта да бола алады.

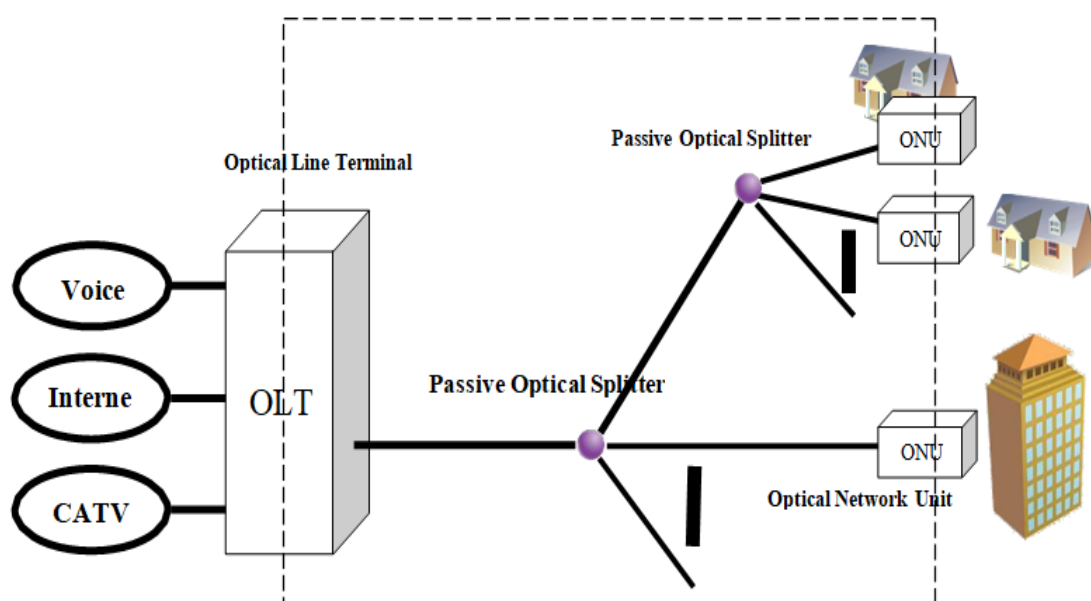
«Нүкте – көп нүкте» топологиясында, сплиттерлер орнатылуының оптимизациясы арқылы оптикалық талшықтар бірнеше есе үнемделеді және кабельді инфрақұрылымның бағасы төмендейді. Абоненттік түйіндердің барлығы терминалды болады, ал бұл біреуінің өшіп немесе істен шығып қалуы, қалғандарының жұмысына кедергі жасамайды. Әр талшық-оптикалық сегмент орталық түйіндегі бір қабылдау-жібергішке қосылып («нүкте-нүкте» топологиясынан айырмашылығы), ол да құрылғылардың бағасын бірнеше есе төмендетеді. Желі дамуы, керекті бағытта қажет болған жағдайда, бір қалыпты өте алады [2,3].

1.2 PON технологиясының техникалық сипаттамалары

Пассивті оптикалық желілер – бұл оптикалық талшық арқылы кеңжолақты мультисервистік қатынаудың жылдам дамып келе жатқан,

барынша перспективалық технологияларының топтамасы. PON технологиясының мәнін оның атауынан байқауға болады және оның үлестіру желісі белсенді компоненттерді қолданусыз құрылады: оптикалық арнаның бір талшықты оптикалық байланыс желісінде тармақталуы оптикалық қуаттылықтың пассивті тармақтағыштары - сплиттерлер арқылы жүзеге асырылады [5, 6].

Кез келген пассивті оптикалық желі құрылымдық тұрғыдан алғанда үш негізгі элементтерден құралады: OLT станциялық терминалы, пассивті оптикалық сплиттерлер және ONT (optical network termination) абоненттік терминалы (1.3 сурет). OLT терминалы PON желісінің сыртқы желілермен өзара іс-қимылын қамтамасыз етеді, сплиттерлер PON жолының телімінде оптикалық сигналды тармақтап отырады, ал ONT абоненттің тарапынан өзара іс-қимылдың қажетті интерфейстеріне ие [4].



Сурет 1.3 - PON

PON архитектурасының негізінде «нүкте-көпнүкте» (point-to-multipoint) логикалық топологиясы қолданылатын шешімдер мүмкін болады. Орталық тораптың бір портына ондаған абонентті қамтитын бәйтерек тәрізді архитектураның тұтастай бір талшықты-оптикалық сегментін жалғауға болады. Бұл жағдайда пассивті оптикалық тармақтағыштар (сплиттерлер) бәйтеректің аралық түзілімдерінде орнатылған және қуаттауды және қызмет көрсетуді қажет етпейді.

PON архитектурасының негізгі идеясы - көптеген ONT абоненттік құрылғыларға ақпаратты таратып және олардан ақпаратты қабылдау үшін OLT-да небәрі бір ғана қабылдағыш-таратқыш модулін пайдалану.

PON архитектурасының артықшылығы:

- аралық белсенді тораптардың болмауы;

- орталық тораптағы оптикалық қабылдағыш-таратқыштарды үнемдеу;
- қатынау үшін жеке Қазақстандық сегмент және жеке сыртқы Интернет сегменті.

Архитектурада абоненттерді қосудың екі әдісі көзделген [5]:

- FTTH (Fiber To The Home) – жеке терминалдық жабдық (ONT) абоненттің тұрғындық үй-жайында (пәтерінде, жеке тұрғын үйінде) абонентке сол жақ төменгі жағында көрсетілгендей оптикалық талшықты төсеумен орналасады;

- FTTB (Fiber To The Building) – топтық терминалдық жабдық (ONU), сол жақ жоғарғы жағында көрсетілгендей көп пәтерлі ғимаратта абоненттің пәтеріне мыс есулі қосақты (UTP) енгізумен. TR-156 терминологиясында FTTH терминіне FITH (Fiber In To the Home, абоненттің үй-жайына енгізілген талшық) термині сәйкес келеді, FTTP (Fiber To the Premises, ғимаратқа дейін баратын талшық) сценариінде FTTB терминіне MDU (Multi-Dwelling Unit, көп пәтерлі үй) термині сәйкес келеді.

FTTH желісі абоненттік терминалдық жабдықты (PC, STB, SIP немесе аналогтық телефон) тікелей ONT жабдығына жалғауды көздейді. ONT мен терминалдық абоненттік жабдықтың арасында аралық жабдықтың (Ethernet коммутатор, WiFi қатынау нүктесі) болуы шарт емес.

FTTB желісін тек қана HSI (High Speed Internet) қызметіне арнап қолдану көзделген. Бұл жағдайда абоненттік терминалдық жабдықты ONU жабдығына тікелей түрде немесе аралық абоненттік RG жабдығы арқылы жалғау көзделген, кейінгісі абоненттің қалауы бойынша орнатылады және ол ONU жабдығы мен терминалдық абоненттік құрылғылардың арасына орнатылады. Терминалдық абоненттік жабдық ONU жабдығына тікелей жалғанған жағдайда U және T референстік нүктелері бір нүктеде түйіседі, ол әрі қарай U/T нүкте деп аталады.

Сервисті іске қосу/ұсыну/бұғаттау/істен шығару шараларына қатысатын функционалды компоненттердің саны сервистің типімен белгіленеді. HSI сервисін іске асыруда барлық функционалды компоненттер қолданылады. IPTV және VoIP сервистері үшін архитектура бойынша GPON және Mediation компоненттерінің ғана қатысуы көзделген. Соған сәйкес, RBN және DPI компоненттер IPTV және VoIP сервистерін іске асыруға қатыспайды [6].

Бүгінгі күнге таман, үш негізгі PON технологиялары бар, олар - APON/BPON, EPON және GPON. BPON жабдықтауымен - GPON жүйелердің кері сәйкестіктің талап етпеуі шешілген болатын, себебі, ол қосымша шек қойды және қойылған мақсаттарға жетуге кедергі болды. Әйткенімен, GPON жүйесінде BPON стандартынан біраз нәрселер өзгерген жоқ: ара қашықтықтардың схемалар өлшеуі өзгермеді (масштабтаудың), өткізу жолақ динамикалық таратуы (DBA), басқару интерфейсі (OMCI) және абоненттік түйіндерді бақылау (ONT). GPON-ның қасиеттері:

- GPON-ға жаңа абоненттерді қосу үшін «инкапсуляцияның гигабиттік режимі» GEM қолданылады;
- симметриялы және антисимметриялы жылдамдықтарды сүйеу

(жоғары шығатын және төмен түсетін ағында);

- бір толқын ұзындығына 256 логикалық ONT сүйеуі;
- жоғары шығатын ағында өткізу жолағының тарату механизмы төмен түсетін ағынның маркерлері арқасында (көрсеткіштері);

- ONT қорғау биттерінің өзгеру саны;
- ONT автоматты және периодты табылуының жаңа тәсілі;
- ONT терезелерінде дрейф табылуының автоматты масштабталуы;
- AES алгоритмы арқасында әрбір ONT қосылыс қорғанышы;
- әртүрлі күй-жағдайлардың үлкен сан және абоненттік түйіннің (ONT) есептеу нәтижелерінің орталыққа (OLT) жіберілуі;

- OAM бөлінген каналдары;
- келісімдердің бақылау қызметтерінің деңгейі туралы (SLA - Service Level Agreement) әрбір каналда өткізу жолағының таралуы [7].

PON қатынауының таратушы желісі түйіндегі пассивті оптикалық сплиттер бар бұтақ тәріздес талшықты кабельді архитектура негізінде құрылған. PON архитектурасы абоненттің сұрауына байланысты желідегі түйіндерді және өткізу жолағын өсіруге қажетті тиімділікпен қамтамасыз етілген.

Қазіргі уақытта PON-ның 2 негізгі технологиясын бөліп көрсетуге болады

- EPON және GPON. Олардың негізгі айырмашылығы архитектураның базалық протоколында: EPON үшін – бұл Ethernet, ал GPON үшін – SDH. Одан басқа GPON технологиясының өткізу жолағы симметриялы емес (төмен түсуші ағын).

- 2,488 Гбит/с, жоғары шығушы ағын – 1,244 Гбит/с). EPON технологиясы үшін өткізу жолағы симметриялы – 1,244 Гбит/с. Тасымалдауды басқару деңгей құрылымы (TC layer). GPON-жүйесінде тасымалдауды басқару деңгей құрылымы суреттелген. GTC деңгейі екі астыңғы деңгейден түзеледі: GTC кадрларының құру астыңғы деңгейінен және астыңғы деңгейдің TC бейімделулерінен [8].

Басқа жағынан, GTC бақылау/басқару жазықтықтарынан түзеледі, абоненттердің трафик ағындарымен, қауіпсіздікпен және OAM функцияларымен басқарады, және пайдаланушылардың жазықтықтарымен, абоненттік трафик тапсырады. GTC кадрларының құру астыңғы деңгейі түзеледі, ATM учаскесінен, OAM ішіне салынған учаскелерден және OAM физикалық деңгейінен (PLOAM) сәйкестікте сапар ретімен GTC кадрмен ATM және GFP учаскелеріндегі SDU (жұмысшы мәліметтер блоктары) кәдімгі PDU (хаттамалы мәліметтер блоктары) бейімделген ATM және GEM деңгей астыңғы ауысу.

GTC кадрларының құруы астыңғы деңгейі үшін барлық тасымалданған мәліметтер толық жетімді болу керек. Бұлардың OLT орталық түйінінде астыңғы деңгейіндегі құқықтары, барлық ONT астыңғы деңгейлерімен бірдей. GPON - жүйесі жоғары шығатын трафик үшін ортаға рұқсат бақылауын қамтамасыздандырады. Ең басты концепциялар төмен түсетін ағында кадрлар

рұқсат етілген жайларды көрсету үшін төмен түсетін ағында кадрлармен ағын жоғары шығатын, үйлестірілген кадрларда трафик жоғары шығатын [9].

OLT көрсеткіштер (маркерлер) PCBd жібереді, және бұл маркерлер уақытты көрсетеді, әрбір ONT жоғары шығатын ағынға тасымалдауды бастай да және аяқтай да алады. Сондай тәсілмен, бір ONT қашан болса да ортаға рұқсатты ала алады, және даулар нормалы жұмыста көрінбейді. Көрсеткіштер байттардың одақтарында беріледі, OLT-ға ортамен басқаруға рұқсат ете өткізу нәтижелі статикалық жолағына секундына 64 кбайтқа тең.

PON технологиясының артықшылығына оның FTTx желісінің логикалық дамуы болып табылатынын көрсетуге болады. Негізінен, желіні құруда шығын құрылғыға емес, оның құрылыс монтаж жұмысына және инфрақұрылымға көбірек кететіні құпия емес. 2-суретке қарай отырып және FTTx желісінің архитектурасын еске түсіре отырып, мынадай қорытынды жасауға болады : оператордан коммутаторға дейінгі инфрақұрылым PON технологиясындағы оператордан пассивті сплиттерге дейінгі желінің құрылымына ұқсас. Онымен қатар, FTTx технологиясын PON - ға ауыстыру көзқарасынан қарағанда тек үйдің ішіндегі (подъезд) желінің модернизациясы керек.

PON-ның бір ғана кемшілігі құрылғының аса қымбат бағасында ғана, бірақ қазір оның Қазақстанда кең таралуына және ірі операторлардың қолдануына байланысты абонеттерге бағасы бірталай төмендейді. Және жоғарыда қарастырғандардан мынадай нәтиже шығаруға болады, жақын уақытта GPON технологиясы Triple Play қызметін көрсетудегі ең негізгісі болып табылатына күмән жоқ [10].

Төмен түсетін ағынның кадр құрылымы. Тәуелділік сыртында кадр ұзақтығы 125 мксті құрайды да желінің өткізу қабілеттіліктері (1,244 Гбит/с немесе 2,488 Гбит/с) төмен түсетін ағында болады. Сайып келгенде, кадр 1,244 Гбит/с жылдамдығында 19440 байт құрайды, ал 2,488 Гбит/с жылдамдығында - 38880 байттан тұрады. Бір кадрда PCBd ұзындығы тарату одақтарының санынан екеулерінің жылдамдықтары үшін бірдей және тәуелді болады (бір анықтатушысы Allocation-ID бар).

Жоғары шығатын ағынның кадр тасымалдау барлық жылдамдықтарына арналған бірдей құрылымды болады. Бір немесе бірнеше ONT-дан тасымалданатын мәліметтер жиыны әр кадр қамтиды. Өткізу жолақтардың кестесі осы жиындардың таратуын анықтайды. Басқарумен сәйкес тарату әрбір дәуір уақыты, өткізу жолақтардың кестесі индикаторлардың өрісі арқасында OLT басқарады, ONT 3 үлгіге дейін PON-бастамаларын және пайдаланушылық мәліметтер жібере алады. Бастамалар бола алады:

- жоғары шығатын ағынның физикалық деңгей (PLOu) бастамасы;
- жоғары шығатын ағында (PLOAMu) қолдану, әкімшілік ету және басқару;
- PLOAM хабары кіретін 13 - байттық өрісі;
- жоғары шығатын ағында өткізу жолақтар динамикасы (DBRu) туралы есептеу нәтижесі DBA үшін OLT орталық түйінімен қолданылатын өткізу

жолақтары динамикалық күй-жағдай туралы есептеу.

GPON-да активтендіру процедурасы күй-жағдайларды бейнелеп түсіндіреді, активтендіру процесс ішінде болатын ONT:

- ONT PON-ның жұмысшы параметрлерін алады;
- OLT талаптарымен сәйкес мәліметтерді тасымалдауға арналған ONT оптикалық қуаттылық деңгейін жөндейді;
- OLT жаңадан қосылған ONT-ның сериялы нөмірлерін анықтайды;
- OLT барлық жаңадан қосылған ONT-дың ONT-ID анықтаушыларын тағайындайды;
- OLT жаңалармен ONT ара қашықтығын өлшейді және жаңа абоненттік түйіндерге арналған кідірістерді тағайындайды;
- ONT сағаттардың бастан санап шығуы (импульстер синхронизациялануы) сәйкестікте жоғары шығатын ағынның кадрларына арналған өзін түзететін кідірістерді жөндейді [11];
- GEM - инкапсуляция әдісі. OLT талаптары.

Әр түрлі қызметтердің абоненттеріне жеткізуді жүзеге асыру үшін, қажеттіні операторларға арналған, және өткізу жолағын нәтижелі қолдануға рұқсат ету басталды. Пассивті оптикалық желілеріне GPON-да G.7041 инкапсуляция әдіс қолданылады. GFP стандарттауы ANSI аккредитациясы T1X1 комиссия астысы қолданылады, қайсысы стандарттың финалдық болжамалары жасау ITU-T бірге жұмыс істеуді шешті. GFP G.7041 ITU-T ұсынысы деп ресми стандартталған болатын. Бүгінгі күнге таман, үш негізгі PON технологиялары бар, олар - APON/BPON, EPON және GPON

GPON инкапсуляция әдісі немесе GEM, транспорттық желімен оның тасымалдауына арналған жоғары жатқан деңгейлердің клиенттік трафик өзгерту негіздік механизмы қамтамасыздандырады. Транспорттық желі кез келген типті болу мүмкін: SONET/SDH, G.709 ITU-T (OTN), ал нағыз түрінде GPON [12].

Клиенттің сигналдары пакеттер (IP/PPPoE немесе Ethernet MAC сияқты), ағындардың тұрақты жылдамдықпен және басқалар түрінде келе алады.

GEM кадрлардың инкапсуляциясына иілгіш құрылымын қамтамасыздандырады, кадрларды тұрақты сияқты және өзгергіш ұзындықта сүйейді. GEM бастаманың қателерін дұрыстау әдісінің (HEC) бір түрін қолданады, негізі өзін- өзі шектеуінде салынған. Өзгергіш ұзындықты PDUs орналастыру үшін, GEM - кадр бастамаларына пайдалы жүкті тиеу ұзындыққа айқын индикаторын орналастыра бастайды. Сайып келгенде, GEM PDU тұрақты мөлшері болады (TDM - канал қамсыздандыру үшін), немесе ұзындықпен, кадрдан кадрға өзгерілетін (инкапсуляцияланған PDU-ны жәй шығаруды қамсыздандыру үшін). Дәл осылай сияқты, GEM синхронды транспорттық желімен әртүрлі қызметтердің жеткізу нәтижелі және қарапайым негіздік механизмы қамтамасыздандырады, ол GPON TC деңгейіне арналған негіз болады. Сонымен қатар, GEM-ді қолдану, GPON TC деңгейі табиғаты жағынан синхронды болады және SONET 8 кГц (125 мкс) кадрларды қолданады. TDM - қызметтерді тура сүйеуге рұқсат етеді [13].

Қазіргі кезде Triple Play желісін көпқабатты тұрғын үйлерге қосудың көп түрлері бар. Олардың көбі мекеменің ішіне оптикалық желілік терминал (ONT) ұйымдастыру негізінде, ал одан әрбір бөлек пәтерлерге мыс сымдар жүргізу арқылы құрылған. Бірақ оптикалық кабельдің (ОК) бағасының түсуіне байланысты, бұралуға сезімталсыз, ең қолайлы шешім тура пәтерге дейін талшықты жүргізу. Көппәтерлі үйлерге қосылудың ең қажетті түрлерін суретте көрсетілгендей топтарға бөлуге болады (1.8-сурет):

Бірінші түрі - PON мыс тармақтарымен. Жоғарғы жылдамдықты пассивті оптикалық желі GPON технологиясын қолданғанда талшықты оптика байланыс түйінде бірсызықты оптикалық терминалы бар (OLT) көптеген үйлерді байланыстырады. 1-ші желілік талшықты кабель қосылатын құрылыс тобына жақын және сигналдарды бөлу үшін пассивті оптикалық тармақтағыш қолданылады. Әрбір мекемеде пәтерлерге мыс сымдар тарайтын оптикалық желілік терминал орнатылады. Пәтерлерді қосудың негізгі қатынау сұлбасы болып Ethernet негізіндегі VDSL2 болып табылады. VDSL2-нің артықшылығы

– оның деректерді таратудағы жоғары жылдамдығы (100Мбит/с-қа дейін) аса үлкен емес қашықтыққа дейін.

Екінші түрі – PON талшықты тармақтарымен. Негізінен оптикалық кабельді әр пәтерге дейін жүргізу мысқапталған кабель негізіндегі инфрақұрылымды қолданғанға қарағанда экономикалық тұрғыдан тиімді. Оның үстіне оптикалық желінің таратушы құрылғылары мекеменің ішіне орналасады. Тура пәтерге баратын талшықтың тарау нүктелері әртүрлі бөліктерде немесе мекеменің әртүрлі қабатында болады.

Үшінші түрі - Ethernet – қосылуы «нүкте-нүкте» (P2P). Бұл нұсқада әрбір мекеме бөлек талшық көмегімен орталық байланыс түйінімен қосылады. Ethernet коммутациясы осы байланыс түйінінде бірден көптеген үйлерге трафик агрегациясын қамтамасыз етеді. Мекемеде Ethernet коммутаторы орнатылады, және ары қарай мыс сымдар немесе кей жағдайда көпмодты оптоталшық жүргізіледі. Мыс сымдар асинхронды деректер тарату(ATM) немесе аса жоғары жылдамдықты цифрлы абоненттік жол (VDSL) негізіндегі екінші буынды ассиметриялы цифрлық абоненттік жол (ADSL2+) құру үшін қолданылады [14].

1.3 GEAPON технологиясы

GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) технологиясы, ақпарат алмасудағы жоғарғы (1,25 Гбит/с дейінгі) жылдамдықты бере алатын, ең заманауи, PON пассивті оптикалық желісінің біртүрі болып келеді. GEAPON технологиясының артықшылығы, талшықты-оптикалық кабельді оптимальді қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, 20 км аралықтағы 64 абонентті қосу үшін бір ғана талшықты-оптикалық сегмент жеткілікті.

GPON технологиясындағы рұқсат беру оптикалық талшықпен кеңжолақты мультисервистік көпшілік абоненттік рұқсат беру мақсатында шығарылған. GPON желісінің негізгі топологиясында, «пассивті оптикалық тармақтаушы тал» структурасы жатыр. «Талдың» түйін арасында, қорек көзін және қызмет көрсетуді талап етпейтін, шағын пассивті оптикалық қуатты тармақтаушылар (сплиттерлер) орнатылады.

GPON технологиясы үнемдейді:

- Кабельдік инфрақұрылымда оптикалық талшықтардың жиынтық созымдылығының қысқаруының нәтижесінде, ауданның орталық түйінінен тармақтаушыға дейін бір ғана талшық қолданылады;

- Орталық түйіндегі оптикалық қабылдағыш пен таратқыштардың саны аз және клиентке ағынның тарамындағы аралық нүктелердің белсенді жабдықтары жоқ.

GPONның орталық түйінінің бір портына радиусы 20 шақырымға дейін қамтитын 32 абоненттік терминал түйіндерін қосатын талшықты-оптикалық сегментті қосуға болады. Әрбір абоненттік терминал өз кезегінде ондаған клиенттерге қызмет көрсете алады.

GPON-ның артықшылықтарына жатады:

- Құрылғының бағасын бірнеше төмендететін, стандартты 802.3ah механизмін қолдану;

- Екі бағытта да ақпарат тарату жылдамдығын 1 Гбит/с дейін жоғарылату және кеңжолақты қызметтерді көптеп көрсету;

- 802.1p/TOS механизмінің көмегімен QoS қамтамасыз ету. Бұл механизмдер VoIP және VoD қызметтерін сапаның кепілдігімен береді;

- 64 абонент құрылғысын бір PON бұтағына қосып және оптикалық талшықты эффективті қолдану;

- DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) толық қолдау - абоненттердің сұрау салулары бар сәйкестігінде өткізу жолағының динамикалық қайта бөлуін тетік және PON талында еркін жолақтың бар болу;

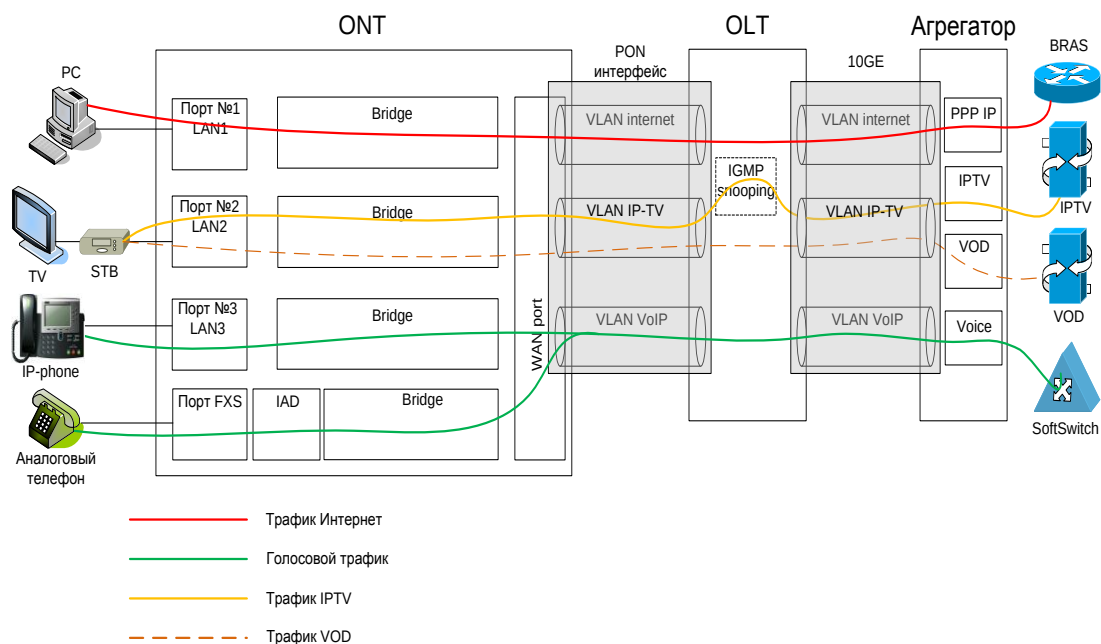
- Ағынды видеоның жіберу көмекшісі (IGMP Snooping);

- Орнату мен қызмет ету жеңілдігі.

GPON жүйесін жабдықтау мен жүзеге асыру үлгісі.

Негізгі терминал ретінде (OLT) 3-ші деңгейдегі Ethernet коммутатор функцияларымен Corecess S5 әмбебап платформасы қолданылады. Бұл платформаға жеке модулдар арқылы, Интернет қызметінің провайдерлерінен Ethernet сыртқы линиялары қосылады, телефон байланысының IPTV және IP. Қосу мысты желімен де, оптоталшықты линиямен де жүргізіледі.

OLT протоколдарды пассивті оптикалық жүйесі арқылы терминалдар немесе PON түйініне беру мен қабылдау үшін қалыптастырады. OLT-дағы PON-ның бір порты ONT(оптикалық желі терминалы) 64 терминалдарының немесе ONU(оптикалық желілі түйін) түйіндерінің жұмысын қамтамасыз ете алады, және 1Gb әрбір түйін немесе терминалға өткізгіштік қабілеттіке кепілдік береді [15].



Сурет 1.4 – Логикалық модельді жүзеге асыру

Қызмет көрсетілетін құрылым типіне байланысты, ғимаратқа орнатылады:

- көп пәтерлі үйлерге – ONU, R1 типті, 2-ші деңгейлі жүйелі коммутатор болып табылатын PON және 24 Ethernet 100Base-TX;

- коттедж үшін - ONT, 3804TN типті, 100Base-TX немесе бірі 100Base-TX және тағы бірі 1000Base-T Gigabit порты болатын 3802TN 4 портымен.

Көп пәтерлі үйді, FCB оптикалық жалғастырғышы арқылы магистралді талшықты – оптикалық кабельді қосуда оптикалық талшықтың тарамы болады, ол FDB оптикалық шкафына қосылады. FDB ішінде орнатылған сплиттер қосылатын абоненттер санына байланысты оптикалық талшықтар бөледі (езбелейді). Еркін талшықтары бар кабель көмегімен талшықты әрбір этажда FBM еркін талшықтарының боксы көмегімен қажетті талшықтарды алыстата олар оптикалық розеткалармен терминирленген абонент пәтеріне кіргізіледі. Коттежді ауылды FCB оптикалық жалғастырғышы арқылы магистралді талшықты – оптикалық кабельді қосуда оптикалық талшықтың тарамы болады, ары қарай ол коттежді ауылдың жанында орналасқан ODB кросс-боксына қосылады. ODB ішінде орналасқан сплиттері арқылы оптикалық талшықтарды (OT) абоненттік оптикалық розеткаларына таратады [16].

GEPON көп пәтерлі үйлерде орналасу сызбасы (тармақталған үй желілерінің құрылысы.)

Аз қабатты үйлер. Бірінші үлгі ретінде, келесі сипаттамалары бар көп пәтерлі үйді қосудың нұсқасын қарастырамыз:

- қабаттар саны – 5;
- подъезд саны – 2;

– подъездегі тіреушелер саны – 1 қабаттағы пәтерлер саны – 4 пәтерге бір тіреуіштен;

– пәтерлердің жалпы саны – 40 дейін;

– абоненттердің максималды есептік саны – 32.

Бұл нұсқа кабель үшін еркін талшықтармен боксты қолданумен таратуға жориды. 32 абонентті қосуға есептелген тарату шкафы үйдің техникалық бөлмесінде немесе жертөледе орнатылады. Абоненттік талшықтар бокс арқылы тікелей абонент пәтеріне FBM-ның еркін талшықтары үшін қабаттарға шығарылады, бұл жерде абоненттік қабырғалы розеткаларындағы SC ажырату құрылғысында терминирленеді. Шкафқа кезеңмен қосуға арналған SC ажыратқышы бар 1:32 бір сплиттері орнатылады.

Көп қабатты үйлер.

Екінші үлгі ретінде келесі сипаттамалары бар көп пәтерлі үйді қосудың нұсқасын қарастырамыз:

– қабаттар саны – 18;

– подъезд саны – 2;

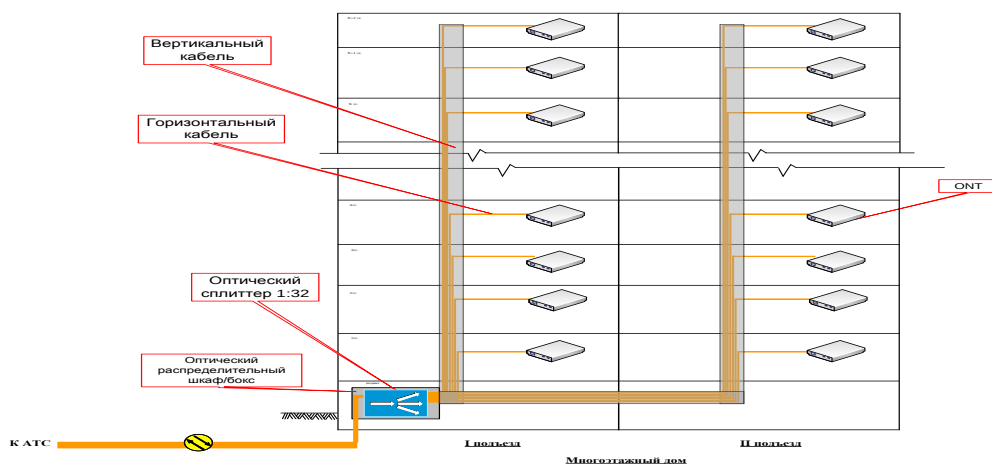
– подъездегі тіреушелер саны – 1;

– қабаттағы пәтерлер саны – бір тіреушеге 4 пәтерге дейін;

– пәтерлердің жалпы саны – 144 дейін;

– абоненттердің максималды есептік саны – 128.

Бұл нұсқа қабаттық FB2 оптикалық боксын қолдану арқылы ажыратуды көрсетеді. 123 абонентке дейін қосуға есептелген FDB2 таратушы шкафы үйдің техникалық бөлмесінде орнатылады. Абоненттік талшықтар SC ажыратқыштары бар FB2де терминирленеді (бір блокта 12 талшыққа дейін). Алдын ала терминирленген SC ажыратқыштары көмегімен кабелдер боксқа қосылады да, абонент пәтеріне оптикалық кабелдер кіргізіледі, оған абонент жағынан SC ажыратқышы бар оптикалық абоненттік розеткалары қосылады. Шкафқа кезекпен қосуға арналған SC ажыратқышы бар төрт топтық 1:32 сплиттерлері орнатылады [17].



Сурет 1.5 – Көп қабатты үйлерде GEAPON құрылысының сұлбасы

Коттеджді ауылдардағы GPON құрылысының сызбасы. Кез келген желіні тармақтау (жазу кезінде) шығынның маңызды бөлігі абонентті жаппай қосумен және таңдалған сервисті активтендірумен байланысты болады. Бөлгіш (drop) кабелдер мен бөлгіш терминалы үй немесе абонент пәтері арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. PON жүйесінде мұндай кабель бір коттеджді (бір отбасына арналған тұрғын үй), офисты немесе көп пәтерлі үйді қосуға қызмет етеді. Бөлгіш терминалда drop-кабелді қосу үшін балқытып біріктіруді қолданудың жалпы сипаттамасы: drop-терминалда балқытып біріктіру арқылы қосу, оптикалық жүйені пайдаланудың барлық кезінде берік және жоғары сапалы қосуды кепіл етеді. Бірақ, алдын ала терминирленген кабелдерді қолданудың тиімді жағдайлары да болады, олардың көмегімен инсталляция құнын азайтуға болады [18].

Бөлгіш терминалда ажырамалы қосылысты қолдану, әрине, істен шығудың қосымша потенциалдық нүктесін құрады, бірақ та өзінің артықшылықтарын береді. Мысалы, ажырамалы қосылысты байланыстарды тестілеуге қолдануға болады, және ең маңыздысы, drop-кабелдің екінші жағына мүмкін болмаған жағдайда. Одан басқа, алдын ала терминирленген кабелдерді қолдану балқытып біріктіру жұмыстарынсыз максималды тез қосуға мүмкіндік береді. Құрылғы үйдің сыртында орналасқан жағдайда drop –кабелді абонент жағынан қосу өте жеңіл болады. Бұл жағдайда құрылғыны электр көзіне қосу мен сапалы жерге қосуды қамтамасыз ету қиынға соғады.

Коттеждегі GPON тарату жүйелерінің құрылымы. Мысал ретінде келесі сипаттамалары бар коттеджді ауылды қосуды қарастырамыз:

- үйлер саны – 64;
- максималды есепік абоненттер саны – 32;
- қосылатын үйлер саны – 5.

Нұсқа магистральдік оптикалық кабельден сплиттері орнатылған FCB муфтысы және екі орнатылған сплиттерлері бар бөлгіш қорапша қолдану көмегімен бөлінеді.

Таратушы бокс коттедж поселкесінің бір бұтағы үшін, қосылатын объектілерден тікелей жақындықта дінгекке немесе ғимараттың қабырғасында бекітіледі. Кабелдер бокстан үйге кіргізіледі, онда абоненттік оптикалық розеткаларда терминирленеді [19].

1.4 Мәселенің қойылымын негіздеу

Қапшағай қаласында бас магистральдік оптикалық шеңберінде DWDM технологиясы (Dense Wavelength Division Multiplexing, талшықты спектралды тығыздау) қолданылған. Бұл оптикалық талшықтың барлық артықшылықтарын молынан пайдаланып отыруға мүмкіндік береді, оның өткізу қабілеті ондаған есе мөлшерде арттырылған: төрт кіші шеңберде 1

Гбит/сек. бастап 10Гбит/сек. дейін, магистральдік шеңберде – 10 бастап 100 Гбит/сек дейін.

Бүгі таңда «Алматытелеком» ҚТО-ның тұрақты телефондық желілерінің саны 565 874 бірлікті құраған. Телефония қызметтерінің ену деңгейі әр 100 отбасыға 100 % телефонды құрайды. АТС цифрландыру деңгейі – 97 %. Интернет желісіне кеңжолалық қатынау қызметін Қапшағай қаласының 7 бизнес-орталығы жалғанған. Емдеу-профилактикалық мекемелерді телефондандыру 100% іске асырылған.

2014 ж. Интернет желісіне кеңжолалық қатынау қызметін пайдаланушылар санының артуы 13 083 бірлікті құрады. Интернет қызметін пайдаланушылардың жалпы саны – 287 164 ед. SIP-телефония iD Phone қызметін пайдаланушылар саны 27 295 абонентті құрады. iD TV цифрлік интерактивті телевидение қызметін пайдаланушылар саны – 88 714. Қосымша қызмет түрлерін пайдаланушылардың саны 216 315 абонентті құрайды.

Қапшағайда FTTH технологиясы бойынша абоненттік қатынаудың оптикалық желісін салу жұмысы қызу түрде жалғасуда. Қазір жаңа технологиямен 570 үй «қамтылған». GPON желісіне 52 үй жалғанған. Сондай-ақ Интернет желісіне LTE технологиясына негізделген ұялы кеңжолалық қатынау қызметі сенімді түрде дамып келеді. Дирекцияның «Алтел» АҚ-мен бірлескен жобасы қалалықтарға деректерді төртінші буындағы технология бойынша тарату қызметін пайдаланып отыру мүмкіндігін ұсынады.

Қызмет GPON және FTTH технологиялары бойынша абоненттік қатынаудың мультисервистік желісін құру арқылы ұсынылатын болады.

Абоненттерге «Drive» Ақылды телефон қызметі ұсынылады: бір ID Phone нөмірі, ҚҚТ қызметтері, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар саны, “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметін ұсыну.

Дипломдық жұмысты әзірлеу кезінде мыналарды орындау қажет болады:

- жобаланып отырған ауданның сұлбасын әзірлеу;
- GPON жабдығын сипаттау;
- «оптикалық бюджет» ұғымын қарастыру;
- магистральдік талшықты-оптикалық кабельдің параметрлерін қарастыру;
- үйге арналған кабельдің параметрлерін қарастыру;
- толқынның жұмыстық ұзындығын таңдау;
- ОТ өткізу қабілетін есептеу;
- ID-Net қызметінің өткізу жолағын есептеу.

2 ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын таңдау және құру

2.1 GPON технологиясының қатынау желілерін құру

GPON шешімі жекеменшік сектор мен бизнес-жиынтықтарға бағытталған, қажетті қызмет көрсету сапасымен Интернетке қатынау, IPTV және VoIP қызметтерін қолдаумен, операторлық кластағы желілерді ұйымдастыру бойынша іс-шаралар кешені болып табылады [8, 9].

«Соңғы миляны» толық дуплекстік іске асыру операторға Triple Play қызметтерін ұсынып қана қоймай, сонымен қатар арналы ресурстарды қажет ететін қабаттасқан сервистерді қатар түрде ұсынып отыруға мүмкіндік береді (мысалы, операторлық кластағы пәтерлерді/кеңселерді бейнебақылау қызметтері, магистральдік бейнесерверлер арқылы тапсырыстық бейнеконференциялар қызметтері және т.б.).

GPON желісін құру дәстүрлі мыс магистральдік және таратқыш желіні құруға ұқсас болып келеді. Нүкте-көпнүкте байланыстарымен GPON оптикалық желісін құру топологиясы.

Магистральдік талшық барлық пайдаланушыларға тармақтағышпен үлестіріледі. Әрбір пайдаланушы жеке талшықпен жалғанады.

Сплиттерлердің каскадтық орналасуы ары кеткенде 2 деңгейді көздейді. Бірінші тармақтағыш (сплиттер) магистральдік кабель мен түпкілікті таратқыш қораптың (ТТҚ) арасында, оптикалық таратқыш шкафтарда (ОТШ) орнатылады. 1:2 сплиттерлеу деңгейі ПД тораптарында сплиттерлерді тікелей OLT жабдығымен орналастырумен іске асырылатын болады. 1:32, 1:64 екінші сплиттер үйлердің кіреберісінің баспалдақ алаңшаларында, абоненттік желінің телімінде тікелей орнатылған ОТҚ (оптикалық таратқыш қорапқа) орнатылады.

Бұл шешім ең алдымен оптикалық кабельді қалпына келтіру мерзімін қысқартуға және желідегі ақаулылықты табу уақытын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Оптикалық сплиттерлер (1:2, 1:32, 1:64) 2,5 Гбит/с (downlink) және 1,25 Гбит/с (uplink) жылдамдықтарын OLT-дан (Optical Line Termination) ONT жабдығын 1:2, 1:32, 1:64 сплиттерлері арқылы қосу үшін оптикалық талшық бойынша біркелкі түрде үлестіреді.

Клиенттердің пәтерлеріне қатынау деңгейі Optical network terminal (ONT) 4*FE және 2*FXS, сондай-ақ 4*FE және 2*FXS+WI-FI қолданумен құрылады, олар түпкілікті пайдаланушылар үшін 10/100 Мбит/с жылдамдықтағы қосылысты қамтамасыз етеді, бұл жағдайда саны 3 дейін қызмет түрлерін (Megaline, iPhone немесе POTS, iDTV) және бірнеше клиенттік құрылғыны қосу мүмкіндігі қамтамасыз етіледі [20].

Оптикалық желілерді ҚМЖ орындаудың жобалық шешімдері:

- магистральдік және үлестіргіш ОК-ны қолданыстағы телефондық арнаға төсеу жоспарланған;

- көп пәтерлі үйлердің қасбеттері бойынша таратқыш желіні құрған кезде ОК кабелін металды таспа бойынша гофроқұбырларды қолданусыз төсеу;

- үйлердің кіреберістерінде ОТҚ-ны қабаттық алаңшада, бес және алты қабаттық үйлерде 3-ші қабатта, ал тоғыз және он қабаттық үйлерде 6-шы қабатта орнатуды көздеу;

- үйлердің ішімен таратқыш желіні құру кезінде сыйымдылығы 2 және 4 талшықты құрайтын тігінен үлестірілген иілгіш оптикалық кабельді қолдану, оны қабаттардың арасында диаметрі 32 мм жобаланатын қорғағыш п/э құбырдың ішімен төсеу, абоненттерді желіге жалғау кезінде патчкордтардың шықпаларын ұйымдастыру үшін пластмассалық таратқыш қораптарды орнату;

- ОТШ бастап ОТҚ-ға дейінгі тарату телімдерінде бір бағытта бірізді түрде орналасқан муфталардың ең көп саны екеуден аспауы тиіс;

- магистральдік кабельде 30% сыйымдылық қоры ескерілген, сплиттерімен әрбір ОТҚ-да кем дегенде 1 талшық қорды ескеру.

Таратқыш желілердің сұлбалары келесі негізгі ережелерге сәйкес әзірленетін болады:

- тұрғын үйлердің ішімен өтетін оптикалық кабельдің қаптамасы жанбайтын болуы тиіс;

- подъездерде ОТҚ қабырғаға орнатылады;

- тұрғын үйлерде GPON технологиясымен қамтылу пайызы 100% пәтерді құрайды.

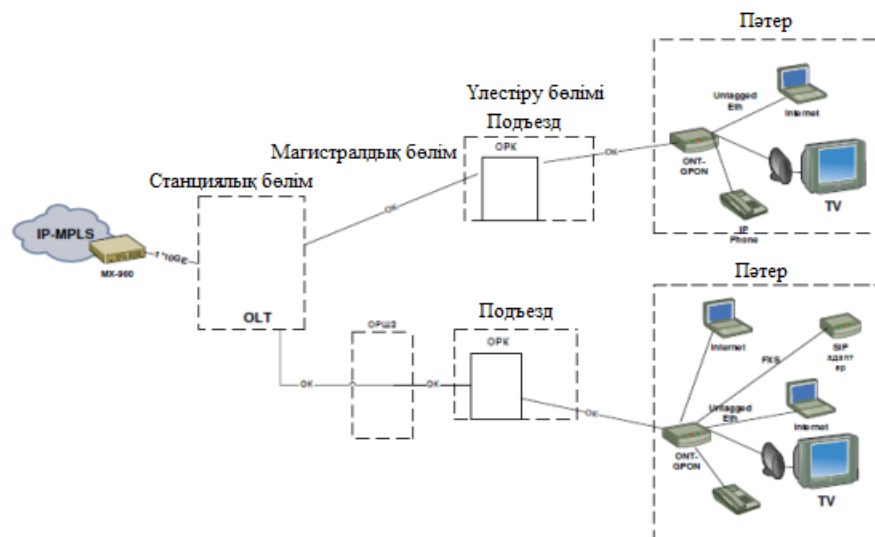
2.1 суретте "Қазақтелеком" АҚ компаниясының қызметтерді xDSL технологиясына негізделумен ұсынуының қолданыстағы архитектурасы көрсетілген және GPON технологиясын негізделген абоненттік қатынаудың жаңа архитектурасының сұлбасы келтірілген [10].

Жаңа объектілерді GPON жабдығын қолданумен телефондандыру сұлбасы 2.2 суретте келтірілген.

2.2 Ұйымдастырылатын желінің топологиясын құру

ТС-4 транзиттік станциясында өндірушісі Ericsson компаниясы болып табылатын GPON жүйесі орнатылған, олар 375xxxx нөмірлерінен басталады, Абай-38 және Жамбыл-10 көшесіндегі үйлердің абоненттерінен ID-Net желісін орнатуға 60 өтінім түсті. Қызмет GPON және FTTH технологиялары бойынша абоненттік қатынаудың мультисервистік желісін құру арқылы ұсынылатын болады. Абай көшесіндегі 18-үй және Жамбыл көшесіндегі 15-үй бесқабатты, екі кіреберісі бар, әр қабатта үш пәтерден, барлығы әрбір кіреберісте 15 абонент және үйде 30 абонент бар.

Желі станциялық, магистральдік және таратқыш телімдерден тұратын болады. Станциялық телімге OLTER-7 Ericsson 2/4 оптикалық желілік терминалы жатады, ол 4 (TC4) транзиттік станцияның үшінші қабатындағы SSW автозалында орналасқан, оған бір плата қосылады (себетті кеңейту). OLTER-7 Ericsson 2/4 жабдығы сегіз PON-портқа арналған 19" шкафта орналасқан. OLTER-7 Ericsson 2/4 фирмасының талшықты-оптикалық кабелі TC4 кроссының үй-жайының екінші қабатындағы SC16 оптикалық кроссқа қарай төселген.



Сурет 2.1 – Жаңа объектілерді GPON жабдығын қолданумен телефондандыру

TC4 кростың үй-жайынан қолданыстағы магистральдік телімнің байланыс арналары арқылы SIECOR фирмасының бірмодальдық талшықтары мен A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 тегістелген дисперсиямен, 2,5 Гбит/с ақпаратты тарату жылдамдығымен ОК-48 талшықты оптикалық кабелі төселетін болады. ОК48 талшықты-оптикалық кабелі муфтада бағыттар бойынша бөлінетін болады және ОК12 кабелі әрі қарай ОРШп.375/62/4 оптикалық таратқыш шкафқа (ОТШ) енеді.

ОРШп.375/62/4 шкафына 1:4 оптикалық сплиттері мен кросс кіреді. 1:4 сплиттер бір талшықтан төрт талшыққа ауысуға мүмкіндік береді және ОТШ шығысында ОК48 болады, ол тарату телімі бойынша өтумен бірінші муфта арқылы бағыттар бойынша ОК4 талшыққа бөлінеді.

Әрбір ОК4 Абай-38 және Жамбыл-10 көшелеріндегі мекемелерге, үйлерге қарай төселеді, әрі қарай тарату телімінде келесі оптикалық муфта орнатылған, ол ОК4 кабелін екі ОК2 кабельге ажыратады (себебі үйлердің әрқайсысында екі кіреберіс бар).

Әрбір ОК2 өз кіреберісіне үшінші қабаттағы оптикалық тарату қорабына (ОТҚ) енгізіледі, екі талшықтың біреуі негізгі екіншісі резервтік.

2.3 GPON Ericsson кеңжолықты қатынау жүйесі

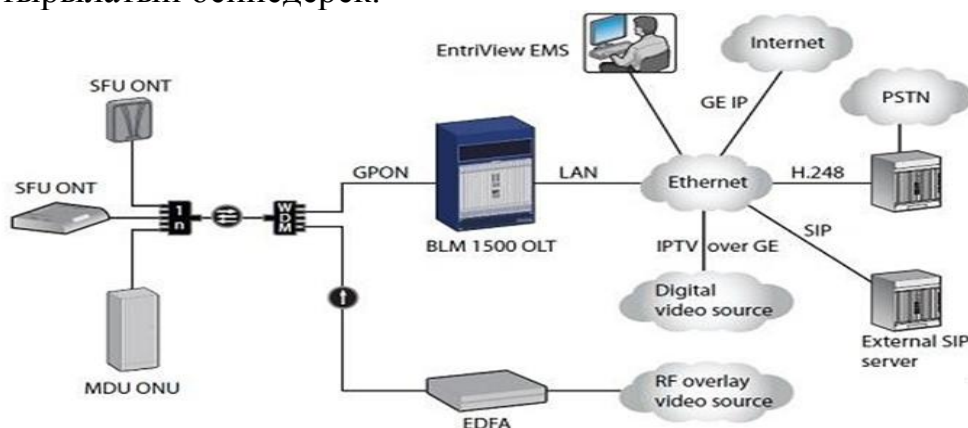
GPON желісі PON (Passive Optical Network) технологиясының қатынау желілерінің өткізу қабілетін арттыруға және Triple Play сервистерін енгізуге қатысты артып келе жатқан қажетсінулерді қанағаттандыру үшін әзірленген соңғы стандарты болып табылады.

EDA1500 шешімі – бұл телекоммуникациялық жабдықтардың тұтастай нарығы бойынша тараған сыйымдылығы жоғары (320 Гбит/с) GPON жүйесі. EDA1500 жүйесі GPON OLT (BML1500) жабдығынан және пайдаланушылық құрылғылардың үлкен жиынынан құралған: SFU (Single Family Units) шағын қосымшаларына арналған ONT (Optical Network Terminations) және MDU/MTU (Multi Dwelling/Tenant Units) арналған порттық сыйымдылығы үлкен ONU (Optical Network Units) [11].

BML1500 жабдығының жоғары өнімділігі мен модульдік архитектурасы оған дауысты, деректер мен бейнедеректерді GPON желісі арқылы кез келген жерде орналасқан тұрғын үй секторы мен бизнес-орталықтардың түпкілікті абоненттеріне дейін жеткізу үшін өткізу қабілетін және операторлық кластағы икемділікті береді. EDA1500 іске асырылуы стандарттарға толығымен сай және ITU-T G.984 спецификациясына негізделген.

EDA1500 шешімі ашық қатынау желілері үшін QoS (Quality of Service) функциясымен IP сервистерді ұсынады, олар: IGMP мультикаст, VLAN (Virtual Local Area Network) тәғалау және стектеу және қауіпсіздік. Қолданылып отырған абоненттік құрылғыларға қарай EDA1500 келесі қызметтердің ұсынылуын қамтамасыз етеді:

- SIP және H.248 хаттамаларына негізделген дауыстық сервистер;
- жылдамдығы жоғары интернет-қатынау 10/100/1000Base-T Ethernet;
- SDV (Switched Digital video) қосымшалары, сонымен бірге IPTV және сұрату бойынша VoD - бейнедерек;
- RF (Radio Frequency) қабаттастырылған, PON сигналға араластырылатын бейнедерек.



Сурет 2.3 – GPON Ericsson жүйесі

EDA1500 бұл кешенді шешім, ол FTTH (үйге дейін баратын талшық), FTTB (ғимаратқа дейін баратын талшық), FTTC (оралымға дейін баратын талшық) бизнес-орталықтарына дейін баратын талшық қосымшаларында өрбітілуі мүмкін. Ол GPON толық жиынтығын қамтыған, мұндағы басты элементтер (2.4 сурет):

2.4 EDA1500 жабдығы

Optical Line Terminal (OLT) EDA1500 жабдығы BML 1500 желілік элемент (OLT) болып табылады, ол абонент тарапындағы қашықта орналасқан ONT жабдығымен өзара әрекеттесіп және байланыс операторының тіректік желісіне агрегирлеуші интерфейстерді қамтамасыз етеді (2.4 сурет) [11]. BML1500 жабдығы биіктігі 17 RU сөре; екі толығымен резервтелген плато мен GPON қосымшаларына арналған модульдердің икемді жиынынан және агрегирующих аплинкілерден (1 және 10 GE) тұратын 320 Гбит/с коммутаторы бар контроллер түрінде жасалған.

EDA1500 жабдығы құрамы:

- BML 1500 Optical Line Terminal (OLT);
- Набор GPON Optical Network Terminals/Units (ONT/ONUs);
- EntriView EMS және ServiceOn басқару жүйесі.



Сурет 2.4 – BML 1500 жабдығы

Орталық модуль қызмет көрсетуді, апаттық хабарламаларды мониторингілеу мен өңдеуді қамтамасыз ету үшін ортақ шинаға жалғанған барлық модульдердің арасында трафиктің және жабдықтың контроллерінің бұғатталмайтын түрде ауысып-қосылуын қамтамасыз етумен, 320Гбит/с коммутациялық сыйымдылықты толықтай резервтеуді қамтамасыз етеді. Ұсынылған деректердің барлығы негізгі және резервтік модульдердің арасында синхрондалған және платалардағы энергияға тәуелсіз жадыда сақталып отырады.

BML 1500 бастап тіректік желіге дейінгі аплинкілер тиісті модульдерде (G28) ұйымдастырылады. Бұл платаның 1GbE және 10GbE желілік интерфейстері бар және ол трафикті GPON қатынау порттарынан агрегаттауды орындайды. Шығыстық трафикке QoS, көпадрестік жіберу және қауіпсіздік функциялары сияқты функциялар қабаттасып отырады. G28 модуліне саны сегізге дейін 1GbE SFP модулі және саны екеуге дейін 10GbE XFP модулі орнатылуы мүмкін, олар 300 метрден бастап 80 километрге дейінгі қашықтықтан жұмыс істеп отыра алады.

GPON (GP4 және GP8) қатынау модульдері абоненттердің тарапында орнатылған ONT/ONU қашықтағы құрылғыларымен өзара әрекеттесуге арналған. Олар әр портқа арнап 64 ONT қолдаумен (оптикалық желіде үлестірудің ең жоғары коэффициенті 1:64) саны 4 бастап 8 дейін оптикалық GPON порттарға ие (ITU-T G.984.1 сәйкес). Порттардың GPON платасы PON бәйтерегінде 8 талшық бойынша саны 512 дейін баратын жеке абонентті 1:64 бөліну коэффициентімен, немесе 1536 пәтерлік абонентті 1:8 бөлумен жалғауға мүмкіндік береді. Үлгілік қосымшаларда әрбір BML 1500 жабдығы 14 дейін GPON қатынау модулін, G28 модулінің екеуін және бір шассиде 320Гбит/с коммутаторымен екі контроллерді қолдайды. Бұл GPON қатынау модульдерін және агрегирлеуші модульдерді (G28) байланыс операторларының талаптарына сәйкес икемді түрде араластырып отыруға мүмкіндік береді. Әрбір GPON порт абонентке қарай 2,488 Гбит/с өткізу жолағын және абоненттен 1,244 Гбит/с өткізу жолағын қолдайды.

Optical Network Termination (ONT) - T-сериясы түрлі FTTx қосымшаларында GPON арқылы қолдануға арнап оңтайландырылған ONT жиынын қамтиды. ONT оқшаулы терминал интерфейстері (CLI) немесе басқару жүйелері (EntriView EMS және ServiceOn) арқылы конфигурацияланып және басқарылып отыруы мүмкін. Абонентке қарай және кері бағыттағы трафик бір оптикалық талшық арқылы әрбір ONT-дан беріліп отырады.

Әртүрлі ONT жабдықтары құрылғының түріне қарай абоненттерге порттардың әртүрлі типтерін ұсынып отырады:

- ТфОП қолдаумен телефондық порт, стандарттық аналогтық интерфейс, RJ11 немесе IDC;
- деректерді тарату, IPTV және басқа IP сервистер (RJ45) үшін Ethernet порт;

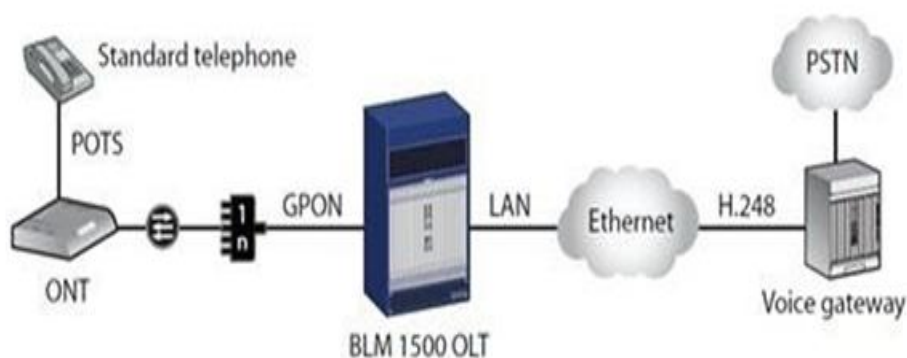
- кабаттасқан (аналогтық немесе цифрлік) бейнедерекке арналған RF порт;
- DSL-мен FTTB/FTTC қосымшалар немесе нүкте-нүкте Ethernet drop технологиялары.

Жүйенің дауыстық сервистері. BLM 1500 жүйесі дестелік дауыстық трафиктің келесі түрлері арқылы дауысты таратуды қолдайды [11]:

- Voice over IP (VoIP) H.248 сыртқы дауыстық шлюзге дейін;
- VoIP SIP (session initiation protocol) серверіне дейін.

2.5 Аналогтық телефонды H.248 жалғау құрылғылары

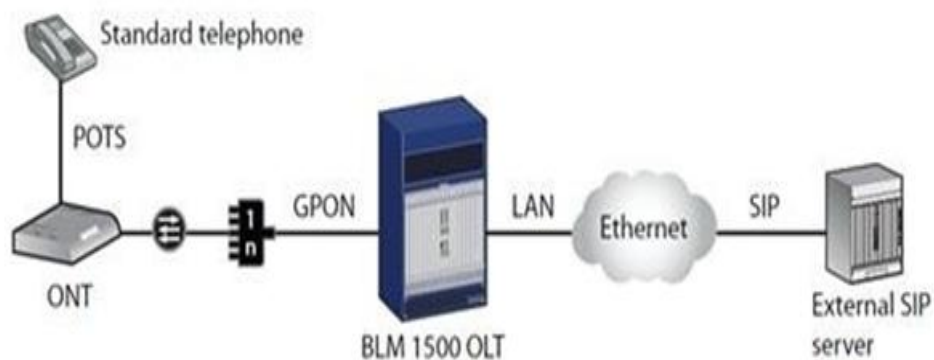
Аналогтық телефонды жалғау - ONU құрылғылардың Т-сериясындағы H.248 ішкі аналогтық телефонды бейімдегіші (АТА) дауыстық трафикті нақты уақыт режимінде IP сигналға айналдырып және POTS порттарына таратады (2.5 сурет).



Н.248 дауыстық сервистерді ONU телефондық порты арқылы жеткізу

Сурет 2.5 – Аналогтық телефонды H.248 арқылы жалғау

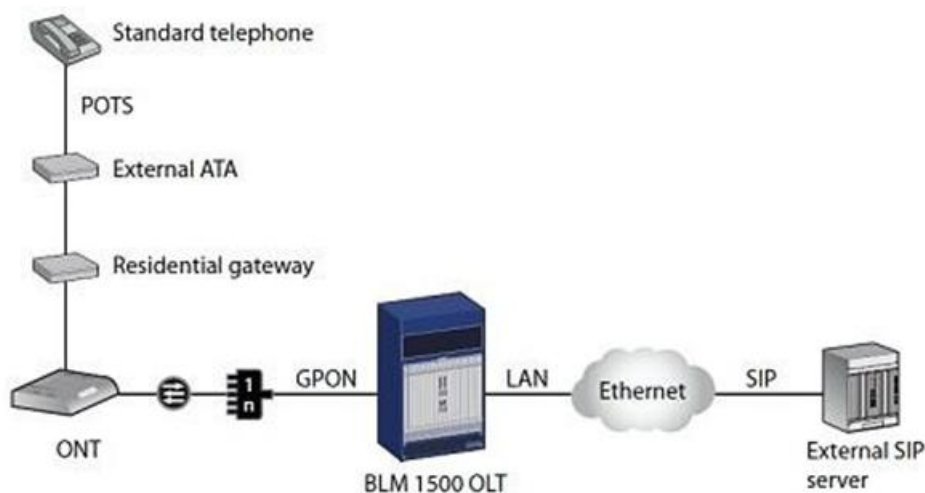
Дауыстық қызметтер ONU телефондық порты арқылы жеткізіліп және стандарттық телефонға жіберілуі мүмкін. Бұл әдіс дауыстық трафикті ТфОП мен RTP арасында IP үстінен түрлендіріп отыру үшін ONU құрылғыларының Т-сериясында ішкі SIP АТА жабдығын қажет етеді (2.6 сурет).



SIP дауыстық сервистерді ONU телефондық порты арқылы жеткізу

Сурет 2.6— Аналогтық телефонды SIP арқылы жалғау

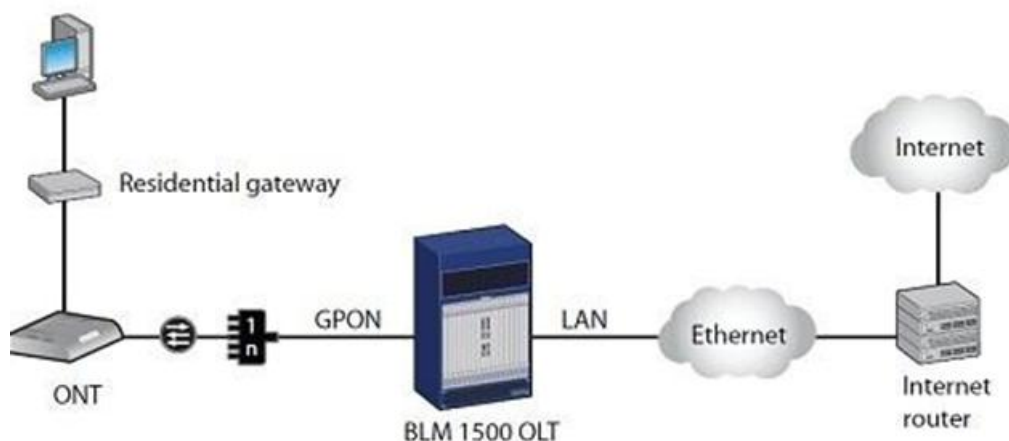
Дауыстық қызметтер ONU Ethernet порты арқылы резиденттік шлюзге дейін және одан әрі сыртқы SIP ATA (VoIP телефоны) мен стандарттық телефонға жеткізілуі мүмкін (2.7 сурет).



SIP дауыстық сервистерді ONU Ethernet порты арқылы жеткізу

Сурет 2.7 – Аналогтық телефонды ONU Ethernet порты арқылы жалғау

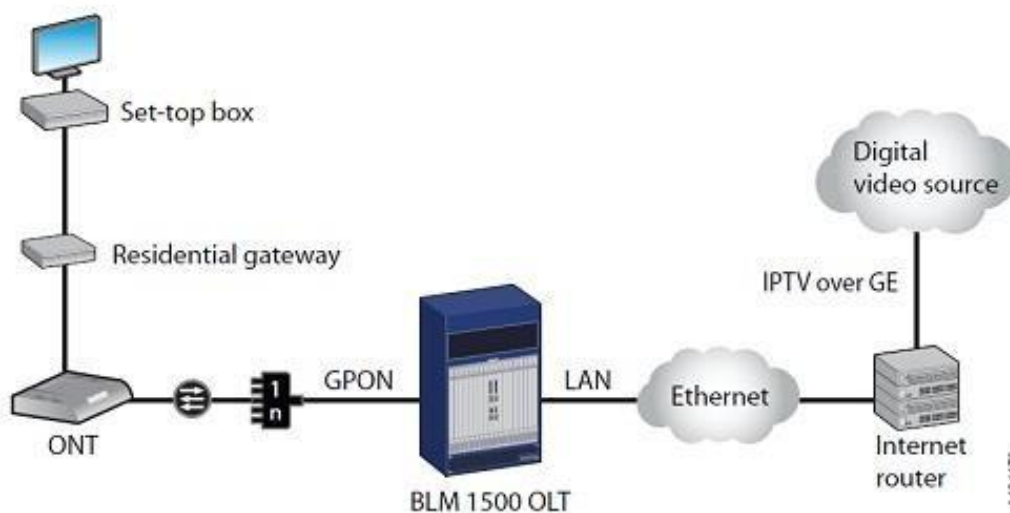
Жүйенің Интернет сервистері. BML 1500 жабдығы мен ONU T-сериясы жоғары жылдамдықтағы интернет қатынауды (HSIA) GPON арқылы Ethernet немесе ONU DSL портына дейін ұйымдастыруды қолдайды [11]. Жылдамдығы жоғары интернет сервистерді жеткізу тапсырыс берушінің алаңшасында шлюздің болуын қажет етеді. Желі тұрғысынан алғанда, трафик ONU-ден GPON дестесіне және артынша Ethernet дестесіне жіберіледі, олар желілік интерфейске таратылып отырады (2.8 сурет).



Интернет сервистерді ONU Ethernet порты арқылы жеткізу

Сурет 2.8 – Интернетке жалғану

Жүйенің IPTV сервистері. BML 1500 жүйесі IPTV сервистерді GPON арқылы Ethernet-ке немесе клиенттік ONU желісінің xDSL портына жеткізуді қолдайды. Цифрлық бейнедеректер сервисінің қолдау көрсетілетін түрлері келесілерді қамтиды: Тарату ауқымы кең ТВ (стандарттық және жоғары анықтыққа ие), pay per view (PPV) технологиясы, VoD сұрату бойынша бейнедерек және басқа да қызметтер (2.9 сурет) [11].

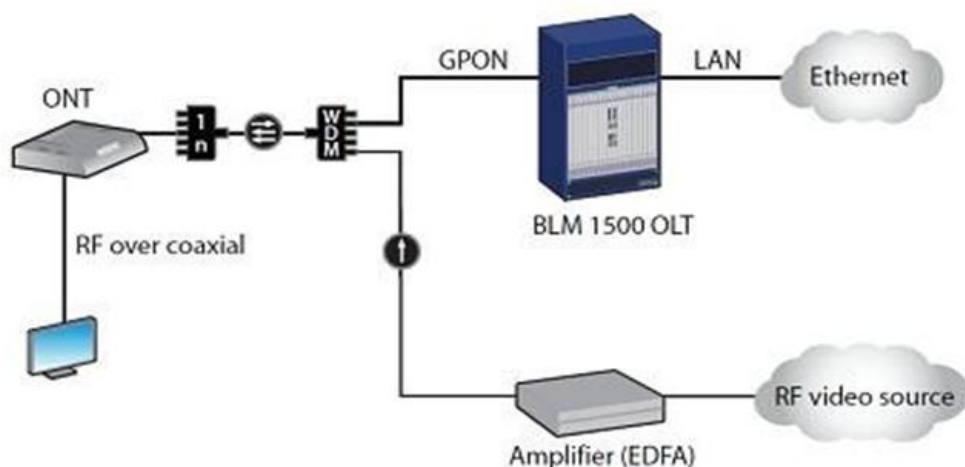


IPTV сервистерді ONU Ethernet порты арқылы жеткізу

Сурет 2.9– IPTV сервисіне қосылу

Жүйенің қабаттасқан RF бейнедерегі. BML 1500 және ONU мамандандырылған құрылғылары PON оптикалық сигналының үстінен қабаттасқан RF бейне сервистерді жеткізуді қолдайды. RF қабаттасқан бейнедерегін BML 1500 арқылы қосып немесе өшіруге болады. Бейнесигнал

PON желісіне жіберілмес бұрын, бұл сигнал EDFA желілік күшейткіштердің көмегімен күшейтіледі. Бейнесигнал толқынның белгілі бір ұзындығында қайтадан ONU-дегі RF сигналға қайта модульденеді (2.10 сурет) [11].



RF қабаттасқан бейнедеректі ONU RF бейне порты арқылы жеткізу

Сурет 2.10– RF қабаттасқан бейнедерекке жалғау

2.6 GPON желісін жалғау құрылғылары

Ericsson T073G құрылғысы. Ericsson T073G құрылғысы сіздің үйдегі/кеңседегі желіні оператордың GPON желісіне жалғауға мүмкіндік береді (2.11 сурет).



E1 сервистерді ONU желісіне E1 интерфейсі арқылы жеткізу

Сурет 2.11 – ONT T073G

2.1 кестеде ONT T073G интерфейстері көрсетілген.

Кесте 2.1 - ONT T073G интерфейстері

Атауы	Саны
GPON порт	1
Гигабиттік Ethernet порт	4
Аналогтық порт	2
Wi-Fi порт	1

GPON желісіне жалғау оптикалық кабельді қолданумен орындалады. ONT құрылғысына желілік құрылғының төртеуін жалғауға болады. Порттардың барлығы MDI/X типіндегі кабельді автоматты түрде анықтап отырады. GE1 порты компьютерді Интернет желісіне жалғауға арналған. GE2 порты STB немесе компьютерді IPTV желісіне жалғауға арналған. POTS1 порты телефонды жалғауға арналған. POTS2 порты қосымша телефонды жалғауға арналған және бөлек түрде іске қосылады.

Планарлық сплиттер планарлық технология бойынша жасалады және шығыстарында анағұрлым тұрақты және дәл сипаттамаға ие, портқа қатысты сөнуі аз және механикалық әсерлерге бейімділігі төмен [12, 16].

Планарлық технология арқылы (PLC, Planar Lightwave Circuit) шала өткізгіш тілімшеде көптеген 1:2 микрбөлгіштер қалыптасады, олар керекті бөліну коэффициентіне ие сплиттерге біріктірілген. Ол шығыстық талшықтардың саны 64 дейін баратын ықшам әрі сенімді сплиттерді жасап отыруға мүмкіндік береді. Планарлық сплиттер температуралардың анағұрлым кең диапазонында жұмыс істеп отыра алады [12, 16].

Планарлық сплиттер 1310 және 1550 нм толқындар диапазонында жұмыс істейді. Әдетте, 1:8, 1:16, 1:32 және 1:64 применяются сплиттерлері қолданылады.

Оптикалық тармақталған сплиттерлер. Сплиттер бір оптикалық каналда оптикалық қуатты PLC технологиясын қолдану арқылы бірнеше каналға тарамдау үшін арналған, ол шағын, толқын ұзындығының ауқымы үлкен жұмыс мөлшері болады, төмен шығындар, төмен поляризационды шығындар, шағылысуға үлкен шығындар, тарамдау коэффициентінің жоғарғы біріңғайлығы 1:32.



Сурет 2.12 – Сплиттерлер

Сплиттер құрылғысының қолданылуы. Сплиттер – ОЛТ және оптикалық желі модулдерін жалғау, бас терминалдан түсетін мәліметтерді тарату, және бас терминалға берілетін мәліметтерді интегралдау үшін арналған бейтарап құрылғы. Сплиттер қабылдауға арналған бірнеше порттар мен беруге арналған оптикалық портынан тұрады. Оптикалық сигнал берілу портынан барлық қабылдау порттарына таратылады, ал қабылдау портынан оптикалық сигнал жалғыз берілу портына барады. Осы жағдайда шығын орын алады. Сплиттер оптикалық тарату қорабында орнатылады(ғимарат ішінде де, сыртында да орнатылуы мүмкін); егер көп пәтерлі тұрғын құрылым өте үлкен аумақта болып және оптикалық қуат жетпейтін болса, екінші және одан арғы деңгейдегі сплиттерлер қолданылуы мүмкін. Тарамдану коэффициентін таңдау үшін келесі факторларды ескеру қажет: бейтарап оптикалық Ethernet желісіндегі берілу қашықтығы, көп пәтерлі тұрғын құрылымдарындағы тұтынушылардың саны және жүйедегі өткізу жолағының үлкендігі. Әдетте «уйге/ғимаратқа жеткізу» жобасы үшін 1:32 тарамдау коэффициентін қолдану жөн. Жалпы саны 512-ден кем емес.



Сурет 2.13 - SFP-модуль

SFP (ағылш. Small Form-factor Pluggable) – деректерді оптикалық кабель арқылы қос бағытта таратуға арналған ықшам қабылдағыш-таратқыш (трансивер) (2.13сурет) [12, 16].

Желілік құрылғының (коммутаторды, маршрутизаторды немесе соған ұқсас құрылғының) платасын желілік кабельдің рөлін атқаратын оптикалық талшыққа немесе экрандалмаған есулі қосаққа жалғау үшін қолданылады, яғни желілік құрылғының ішкі интерфейсінің тарату ортасының интерфейсімен өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. SFP құрылғысының техникалық сипаттамалары:

- жабдықтың электрқорегін ажыратусыз модульді «ыстықтай» айырбастауға жол беріледі (hot-swap);

- оптикалық талшықтың типі: көп модаль (KM) немесе бір модаль (SM);
- қуат кернеуі: 3,3 В;
- лазердің сипаттамалары: класы 1, келесі талаптарға сай: EN 60825-1, 21 CFR 1040.10 және 1040.11. Лазердің сәулесі көзге қауіпсіз;
- Габариттік өлшемі: 14,60 x 56,60 x 13,35 мм;
- 10 Гбит желілерде қолдану үшін модульдердің жаңа форм-факторлары пайда болды (XFP, X2, XENPAK, SFP+) – стандарттық түрде LC немесе SC типіндегі ұяшықтар қолданылады.

APC (Angled Physical Contact) коннекторларының басты өзгешелегі сол, жарық диодының бүйірі бұрыштап тегістелген және бұл нәтижелерді елеулі түрде жақсартуға мүмкіндік береді. Осы бұрыштың арқасында барлық шағылысқан (жағымсыз) сигнал жарық диодынан тысқары шығып отырады [12].

Техникалық сипаттамалары:

- Шағылысу қабілеті: -65 дБ;
- Ұштық бүйірінің бұрышы: 8 градус;
- Енгізілетін сөну: 0,4 дБ.

2.14 суретте SC/APC коннекторы көрсетілген.



Сурет 2.14 - SC/APC коннекторы

3 Желінің негізгі сипаттамаларын есептеу

3.1 «Оптикалық бюджет» ұғымы

«Оптикалық бюджет» деп OLT құрылғысынан бастап ең алыс орналасқан ONT құрылғысына дейін оптикалық талшықтағы сөнудің ең үлкен мәні саналады.

Оптикалық сигналдың сөнуін есептеу оптикалық желіге арнап белсенді жабдықтағы (таратқыштағы) талшықтың жалғану нүктесінен бастап ең алыс орналасқан абонентке дейін (қабылдағышта) орындалады. GPON пассивті желісінде шығындардың көзіне мыналар жатады [13, 14, 15]:

- оптикалық талшықтағы толықтай сөну – оның ұзындығына және талшықтың толқынның белгілі бір ұзындығындағы сөну коэффициентіне байланысты;
- дәнекерленген қосылыстардың түйістірілген жеріндегі толық шығындар – әрбір түйістірмедегі шығындарға және олардың санына байланысты;
- ажырамалы қосылыстардың «түйіспелеріндегі» толық шығындар – әрбір жалғағыштағы шығындарға және олардың санына байланысты;
- талшықтардың тармақтағыштарындағы шығындар – сплиттердің тармақталу коэффициентіне (оның порттарының санына байланысты);
- айыппұлдық шығындар – бұл кабельдерді төсеу кезіндегі олардың иілістеріне қатысты шығындар.

Оптикалық желінің бөлігінде туындап отыратын барлық шығындардың қосындысы сөнудің энергетикалық бюджетін құрайды.

Есептеулер кезінде жөндеу жұмыстарын орындау кезіндегі қосымша түйістермелер мен ендірмелер түріндегі пайдалану қорын, сондай-ақ талшықтың табиғи ескіруіне қатысты қорды ескеріп отыру қажет.

Жалпы алғанда АТС-тегі OLT станциялық портынан бастап пәтердегі абоненттік ONT құрылғысына дейін трактіні тұтастай жалғап болғаннан кейін желі бюджетінің 1-1,5дБ қорын қалдырып отыру ұсынылады.

PON арналған шығынның бюджеті ITU G.983.4 ұсынымдарына негізделген және В-класындағы GPON жабдығы үшін 22дБ, С-класындағы GPON үшін 27дБ-ге тең. В және С класындағы желілердің айырмашылығы қолданылатын лазердің қуаттылығына негізделген, анағұрлым аз дәрежеде бұл қолданылып отырған оптикалық компоненттердің сапасымен байланысты болып келеді. Шығындардың мұндай бюджеті әсіресе порттарының саны көп сплиттерлерді қолданған кезде аса қатал болып келеді.

GPON желісіндегі сплиттер негізгі шығындардың көзі болып табылады, себебі кірістік қуаттылық бірнеше шығыстық порттарға бөлінеді.

Тармақтағыштың шығыны шығыстардың санына байланысты және 1:2 сплиттері үшін шамамен 3дБ құрайды, одан әрі шығыстық порттардың саны әрбір екі еселенген сайын 3дБ-ге артып отырады.

1:32 сплиттері оның қосылыстарын санамағанда кем дегенде 15дБ шығынға ие.

Бұл шығындар сигналдардың екі бағытына арнап қолданылады.

Бұл жағдайда - оптикалық бюджет = T_x (трансивердің шығыстық қуаттылығы) – $(-R_x)$ (ресивердің сезімталдығы).

OLTER-7 Ericsson 2/4 және ONT T073G жабдықтары үшін оптикалық желі бюджетінің желіде орын алып отырған барлық элементтердің есебімен орындалатын есебі мынадай болады.

Downstream бағыты ($OLT > ONU$) үшін – OLT шығыстық қуаттылығы +2dBm және ONU сезімталдығы – 28dBm құрайды.

Осы мәндерді біле отыра, біз Downstream ағымына арнап оптикалық бюджетті есептеп шыға аламыз: $2 - (-28) = 30\text{dBm}$.

Upstream бағыты ($ONU > OLT$) үшін - ONU шығыстық қуаттылығы 0,5dBm және OLT сезімталдығы – 30dBm құрайды.

Осы мәндерді біле отыра, біз Upstream ағымына арнап оптикалық бюджетті есептеп шыға аламыз: $0,5 - (-30) = 30,5\text{dBm}$.

Upstream және Downstream ағымдары бір оптикалық талшықта таратылып отыратындықтан, жарамды 30dBm-нен жоғары болады.

3.1.1 ОК сигналының өшуі

ОК-дегі сигналдың сөнуіне келесі элементтер әсерін тигізіп отырады [13, 14, 15, 17]:

- талшықтың қосылыстарындағы шығындар;
- оптикалық талшықтағы шығындар (километрге қатысты);
- оптикалық коннекторлардағы шығындар;
- әртүрлі типтегі сплиттерлерді қолдану кезіндегі шығындар.

3.1 кестеде GPON бәйтеректің әрбір элементіне арналған шығындық мәндер келтірілген (орташаланған мәндер келтірілген).

Кесте 3.1 - GPON бәйтерегінің элементтеріне арналған шығындық мәндер

Параметр	Сөну, dB
Талшықтың қосылыстарындағы шығындар	0,2
Оптикалық талшықтағы шығындар (1310nm), километрге қатысты	0,4
Оптикалық талшықтағы шығындар (1490/1550nm), километрге қатысты	0,3
Оптикалық коннекторлардағы шығындар	0,3
1:4 оптикалық сплиттердегі сөну	7,6
1:16 оптикалық сплиттердегі сөну	14,2

3.1.2 Оптикалық бюджеттің есебі

Оптикалық бюджетін келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$W = R1 + R2 + R3 + R4, \quad (3.1)$$

мұндағы W = қуаттылық бюджеті (ODN-дегі ең үлкен оптикалық шығындар);

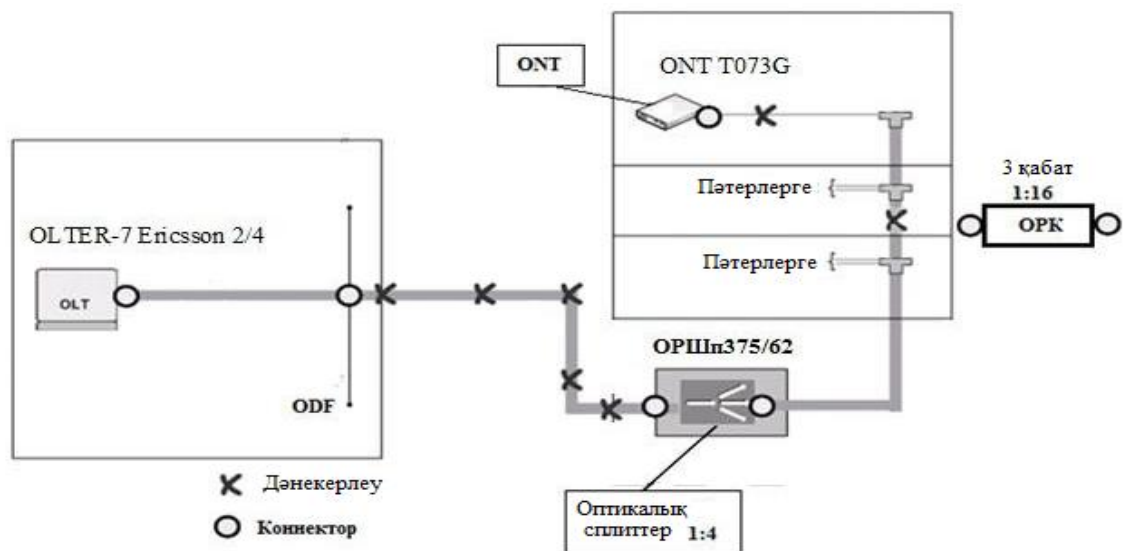
$R1$ = ОТ-ның ұзындығына байланысты сөну (километр);

$R2$ = оптикалық коннекторлардағы сигналдың сөнуі;

$R3$ = талшықтың қосылыстарындағы сигналдың сөнуі;

$R4$ = сплиттерлердегі сигналдың сөнуі.

3.1 суретте келтірілген жұмыстың сұлбасы үшін ОК оптикалық бюджетінің есебі мынадай болады:



Сурет 3.1 – Жұмыстың сұлбасы

Бастапқы деректер:

- оптикалық коннекторлардың саны = 7;
- ОТ қосылыстар саны = 6;
- сплиттерлердің саны = 2 (1:4, 1:16).

$$W = R1 + 7 \cdot 0,3 + 6 \cdot 0,2 + (7,6 + 14,2) = 30(\text{dBm}),$$

ОК-ның ең үлкен ұзындығын анықтайық:

$$L = (30 - 7 \cdot 0,3 - 6 \cdot 0,2 - 7,6 - 14,2) / 0,3 = 16,33 \text{ (км)}.$$

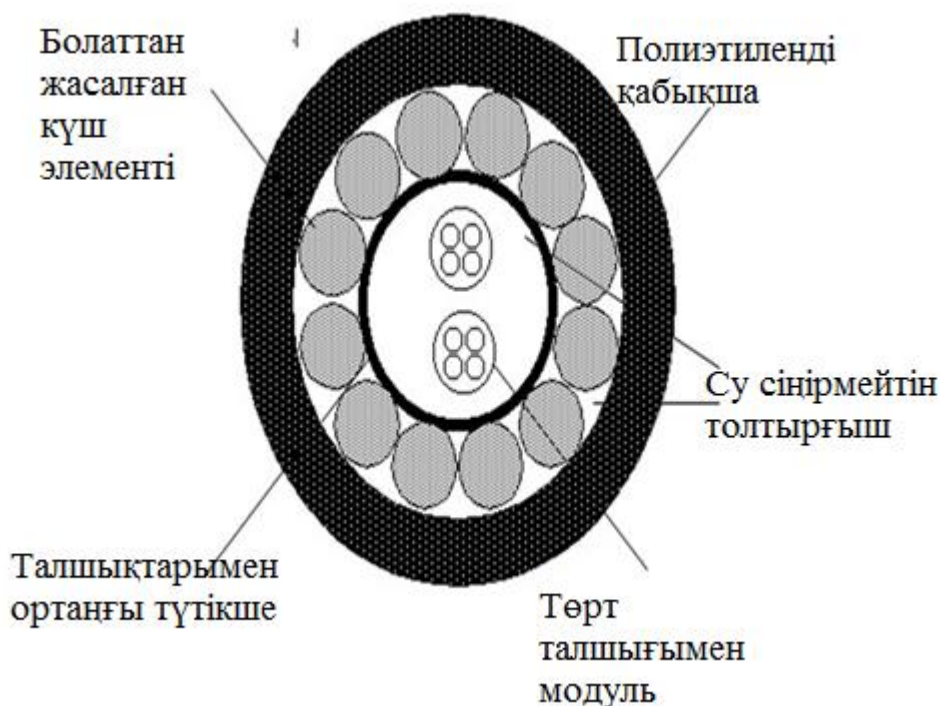
GPON бәйтерегін құру кезіндегі ОК оптикалық бюджетінің есебі сондай-ақ Mathcad2001 программасында орындалған. Нәтижесі Б қосымшада келтірілген.

3.2 Магистральді талшықты-оптикалық кабельдің параметрлері

Абоненттік желінің OLTER-7 Ericsson 2/4 және ОПШп.375/62/4 арасындағы магистральдік телімінде талшықтары бір модаль және A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 дисперсиясы теңестірілген, ақпаратты тарату жылдамдығы 2,5 Гбит/с құрайтын SIECOR фирмасының талшықты кабелі төселген [10, 14].

3.2 кестеде “SIECOR” фирмасының сыртқа төселетін, A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 типіндегі таңдап алынған кабель таңбасының құрылымы келтірілген. Бұл кабель «Қазақтелеком» АҚ-ның әр қаладағы желілерінде қолданылады.

A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 типіндегі кабельдің техникалық және оптикалық сипаттамалары 3.2 кестеде келтірілген.



Сурет 3.2 – Талшықты-оптикалық кабель, типі A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5

Кесте 3.2 – Кабельдің техникалық және оптикалық сипаттамалары

Параметр	Мәні
Талшық саны	2-30
Талшықтың диаметрі, мм	10
Кабельдің салмағы, кг/км	125
Көп мәрте иілудің ең аз радиус, мм	
Орнату кезіндегі	300
Орнатылған түрінде	200
Ең үлкен кергіш күш салу	
Ұзақмерзімді, кН	1,3
Қыскамерзімді, кН	2,7
Жаншылуға қарсы шыдамдылығы, кН/см	2
Соққыға қарсы шыдамдылығы	30
Пайдалану температурасы, °C	-30 + 70
Төсеу температурасы, °C	-5 + 50
Сандық апертура	0.13
Талшықты кабель толқынының сыни ұзындығы, нм	≤ 1250
1550 нм кезіндегі өзегінің сыну көрсеткіші	1,4681
1550 нм кезіндегі сөну, дБ/км	0,22
1550 нм кезіндегі дисперсия, пс/нм · км	≤ 18

Талшықты-оптикалық кабельдің қабықшасымен салыстырғанда анағұрлым жоғары сыну коэффициентіне ие болып келетін оның өзегі GeO_2 (германийдің қос тотығы) қосылған SiO_2 (кремнийдің қос тотығынан) жасалған.

Талшықты-оптикалық кабелі жабынының материалы SiO_2 (кремнийдің қос тотығы). Негізгі жабын – UV акрелат. Ол әртүрлі модульдерде екі қабатпен қолданылады. Ішкі қабаты сыртқы қабатымен салыстырғанда жұмсағырақ. Бұл шыныталшықты шағын иілістер кезіндегі шығындардан және абразивті тозудан қорғайды. Негізгі жабынның өлшемі $250\text{мкм} \pm 15\text{мкм}$ құрайды. Негізгі жабдығы жабынын шешуге арналған механикалық аспаптармен оңай алынады. Жабынын алу үшін ешқандай химиялық қоспалар қажет емес.

Талшық буферлік түтік деп аталатын оптикалық модульде орналасқан. Буфердің ішіне бір немесе одан көп талшықты орналастыруға болады; талшықта түтіктің ішінде бос жатады, түтіктің ортасында қозғалыссыз жатады. Буфердің шиыршығының арқасында ең жоғары ұзақтығы шамамен $0,3 \div 0,5\%$ құрайды. Бұл дегеніміз, егер кабельге және сол арқылы өзекке кергіш күш түсіп отырған болса, кең диапазондағы салыстырмалы ұзару талшықтың жүктемесіне әсерін тигізбейді және сөнудің артуы байқалмайды. Буферлік түтік әдісі сондай-ақ кабель температураның өзгеруіне байланысты қысылып немесе кеңейген жағдайда қолданылады. Талшықтардың түсі оларды түсіне қарап тануды қамтамасыз етеді.

3.3 ID-Net қызметінің өткізу жолағы

60 абоненттердің барлығына арнап ID-Net қызметі жоспарланғандықтан, осы қызметті іске асыруға арналған өткізу жолағын қарастыру қажет.

ID-Net қызметін іске асырған жағдайда дауыстық қызметтерді, бейнеқызметтер мен Интернет қызметтерін ұсынуға арналған өткізу жолағын ескеру қажет. ID-Net қызметін ұйымдастыру үшін абоненттік қатынау желісінің өткізу жолағына қойылатын талаптар 3.7 кестеде келтірілген.

Бұл жобада FTTH қатынау желісі тек ID-Net абоненттеріне ғана арнап құрылады [15].

Бір абонентке арналған трафикті үлестіру үлгісін таңдайық:

Қызметтердің толықтай жиынан жазылған абонент үшін – I топ (абонент ID-Net):

Unicast режимінде:

Интернет желісіне жоғары жылдамдықпен қатынау

$$v_{Int} = 1 \times 100 \text{ Мбит/с} = 100 \text{ (Мбит/с)};$$

VoIP (1-желі)

$$v_{VoIP} = 1 \times 0,064 \text{ Мбит/с} = 0,064 \text{ (Мбит/с)};$$

Услуга VoD немесе Time Shifted TV

$$v_{VoD} = 1 \times 4 \text{ Мбит/с} = 4 \text{ (Мбит/с)}.$$

Unicast тарату режимі әр пайдаланушыға арнап ақпараттың жеке ағымын ұйымдастыруды көздейді. Қызметтердің бұл жиыны үшін өткізу қабілетіне қатысты жуықтап алынған жиынтық қажетсіну бір абонентке қатысты шамамен 6,064 Мбит/с құрайтын болады.

Multicast режимінде:

Бұл жобаға арнап желіге 40 SDTV (MPEG-2 форматындағы) арналарын тарату ескерілген.

Бір SDTV/MPEG-2 арнасы

$$v_{IPTV} = 1 \times 4 \text{ Мбит/с} = 4 \text{ (Мбит/с)};$$

40 арна үшін бөлінген өткізу жолағы қажет болады, ол мына шамаға тең:

$$v_{IPTV_40} = 40 \times 4 \text{ Мбит/с} = 160 \text{ (Мбит/с)}.$$

Multicast режимі медиаағымды топтық адреске жіберуді ескереді. Бұл жағдайда ағым сол сәтте желіге жалғанып отырған бір топтың мүшелеріне ғана

жеткізіледі. Бұл жағдайда желінің барлық бөліктерінде ағым ешбір жерде қосарланбайды.

Кесте 3.3 - ID-Net қызметтерін іске асыруға арналған өткізу жолағының параметрлері

Қосымша	Пайдаланушыдан деректерді таратудың қажет етілетін жылдамдығы (upstream)	Пайдаланушыға қарай деректерді таратудың қажет етілетін жылдамдығы (downstream)
Терминал ретінде телевизиялық қабылдағышты қолданатын қызметтер		
Интерактивті телевидение қызметі:	< 64 Кбит/с	< 64 Кбит/с
ТВ-телефония мүмкіндіктері	-	< 3 Мбит/с
- ТВ-браузер	128-640 Кбит/с	< 3 Мбит/с
- ТВ-чат	-	< 64 Кбит/с
- экрандағы хабарламалар	-	< 64 Кбит/с
Терминал ретінде ДК немесе телефонды қолданатын қызметтер		
Интернет желісіне жоғары жылдамдықпен қатынау (WWW, FTP, VPN, IM, чат және басқ.):	< 3 Мбит/с < 6 Мбит/с 64-750 Кбит/с	< 3 Мбит/с < 6 Мбит/с 64-750 Кбит/с
- үй секторы	300-750 Кбит/с	300-750 Кбит/с
- корпоративтік сектор	10-750 Кбит/с	10-750 Кбит/с
IP-телефония (бейнетелефония)	-	300-750 Кбит/с
Бейнеконференция	-	300-750 Кбит/с
Интерактивті ойындар	-	300-750 Кбит/с
Қашықтан оқыту		
ДК-дағы телевидение		

IPTV хабар тарату мен VoD қызметін іске асыруға арналған көрсеткіштер таңдап алынған Ericsson жабдығының есебімен алынған болатын; ал VoIP қызметін іске асыруға арналған көрсеткіштер таңдап алынған Ericsson жабдығының есебімен алынған болатын (қолданылатын дауыстық кодектердің есебімен).

Бір GPON бәйтерегіне (бір OLT портына) қажетті өткізу жолағын есептейік.

Бір бәйтерекке қатысты ID-Net абоненттер саны шамамен 60 адамды құрайды.

Олай болса, бір топтағы абоненттерге қажетті өткізу жолағы мына шамаға тең болады:

ID-Net абоненттері үшін:

$$v_1 = 60 * 6,064 + 160 = 523,84 \text{ (Мбит/с)}.$$

Нәтижесінде бір GPON бәйтерегіне (бір OLT портына) қажетті өткізу жолағы мынаған тең бюджет болады:

$$v_{\Sigma} = 936,192 \text{ (Мбит/с)}.$$

Есептеуден көріп отырғанымыздай, жалғанған коммутатор үлестіру деңгейінде (OLTER-7 Ericsson 2/4), ол шамамен 10 Гбит/с арнаны қолданады, бұл өткізу жолағының параметрлеріне сәйкес келеді.

3.4 Шудан қорғанудың шектік мәнін есептеу

Сигнал-шуды қатынасы келесі формула арқылы анықталады:

$$(C/Ш)_{\text{қат}} = P \eta / (h * f * \Delta f * M^X), \quad (3.1)$$

мұндағы P – сезімталдық деңгейі;

η - фотодиодтың кванттық тиімділігі;

Фотодиодтың кванттық тиімділігі келесі формула арқылы анықталады:

$$\eta = Si * h * f / q, \quad (3.2)$$

мұндағы h – Планк тұрақтысы;

f – сәулеленудің оптикалық жиілігі.

Сәулеленудің оптикалық жиілігі f толқын ұзындығымен λ келесі қатынаста болады

$$f = c / \lambda$$

$$f = \frac{3 * 10^8}{1,55 * 10^{-6}} = 1,94 * 10^{14} \text{ c} \quad (3.3)$$

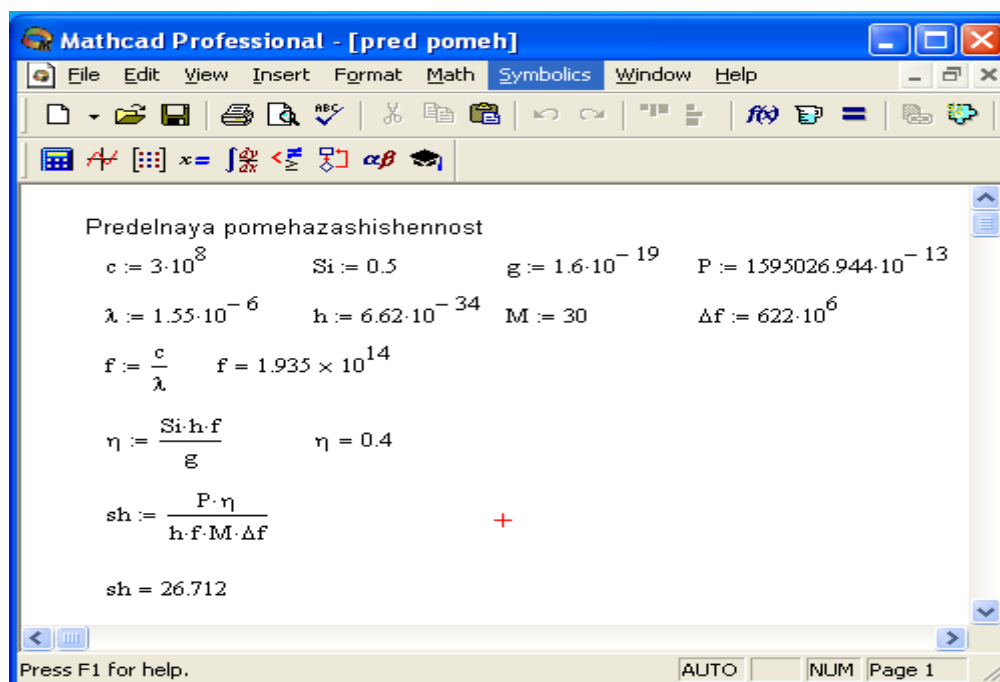
(3.2) формуласына цифрлық мәндерді қоямыз:

$$\begin{aligned} \eta &= 0,5 * 6,62 * 10^{-34} * 1,94 * 10^{14} / 1,6 * 10^{-19} = \\ &= 3,31 * 10^{-34} * 1,94 * 10^{14} / 1,6 * 10^{-19} = 0,4 \end{aligned}$$

(3.3) формуласы арқылы сигнал-шу қатынасын табайық:

$$(C / Ш)_{pred} = 1595026,944 * 10^{-13} * 0,4 / (6,62 * 10^{-34} * 1,94 * 10^{14} * 622 * 10^6 * 30) = 213176,6 * 10^{-13} / 239646,64 * 10^{-14} = 27 \text{ dB}$$

MathCad есептеу бағдарламасын қолдана отырып жүргізілген есептеу келесі 3.3 суретте келтірілген.



Сурет 3.3– Есептің MathCad бағдарламасындағы кескіні

Оптикалық кабелдегі шығындар. Бірдей бір модальды жарық өткізгіштерді көлденең қимасын түйістірген кездегі торецтердің сәйкес келмеушілігінен және жарық өткізгіштердің қиғашталуынан болатын шығындарды есептейік. x ($x = 0,5$ мкм) мәндегі жарық өткізгіштің көлденең қимасының нәтижесінде болатын шығын:

$$L_x = 2.17 \times \left[\frac{x_2 \times J_0(x_1)}{J_1(x_1)} \right]^2 \times \left(\frac{x}{a} \right)^2, \quad (3.4)$$

мұндағы x_1, x_2 – өлшемсіз мәндер.

$$x_1 = \frac{2 \times \pi \times r \times \sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{\lambda}, \quad (3.5)$$

$$x_2 = \frac{2 \times \pi \times r \times \sqrt{n_3^2 - n_2^2}}{\lambda}, \quad (3.6)$$

мұндағы n_3 – фазалық жылдамдықты азайтудың тиімділік көрсеткіші:

$$n_3 = \frac{c}{V_\phi}, \quad (3.7)$$

мұндағы V_ϕ – фазалық жылдамдық:

$$V_\phi = \frac{c}{n}, \quad (3.8)$$

мұндағы c – жарық жылдамдығы ($c = 3 \cdot 10^5$ км/с);
 n – сыну көрсеткішінің орташа мәні:

$$n = \frac{(n_1 + n_2)}{2 \times n_1}, \quad (3.9)$$

$$n = \frac{(1.4680 + 1.4642)}{2} = 1.4661.$$

$$x_1 = \left(\frac{2 \times 3.14 \times 4.2 \times 10^{-6} \times \sqrt{(1.468)^2 - (1.4661)^2}}{1.55 \times 10^{-6}} \right) = 1.2705.$$

$$x_2 = \left(\frac{2 \times 3.14 \times 4.2 \times 10^{-6} \times \sqrt{(1.4661)^2 - (1.4642)^2}}{1.55 \times 10^{-6}} \right) = 1.2697.$$

J_0, J_1 – бірінші және екінші ретті цилиндрлік функциялар.

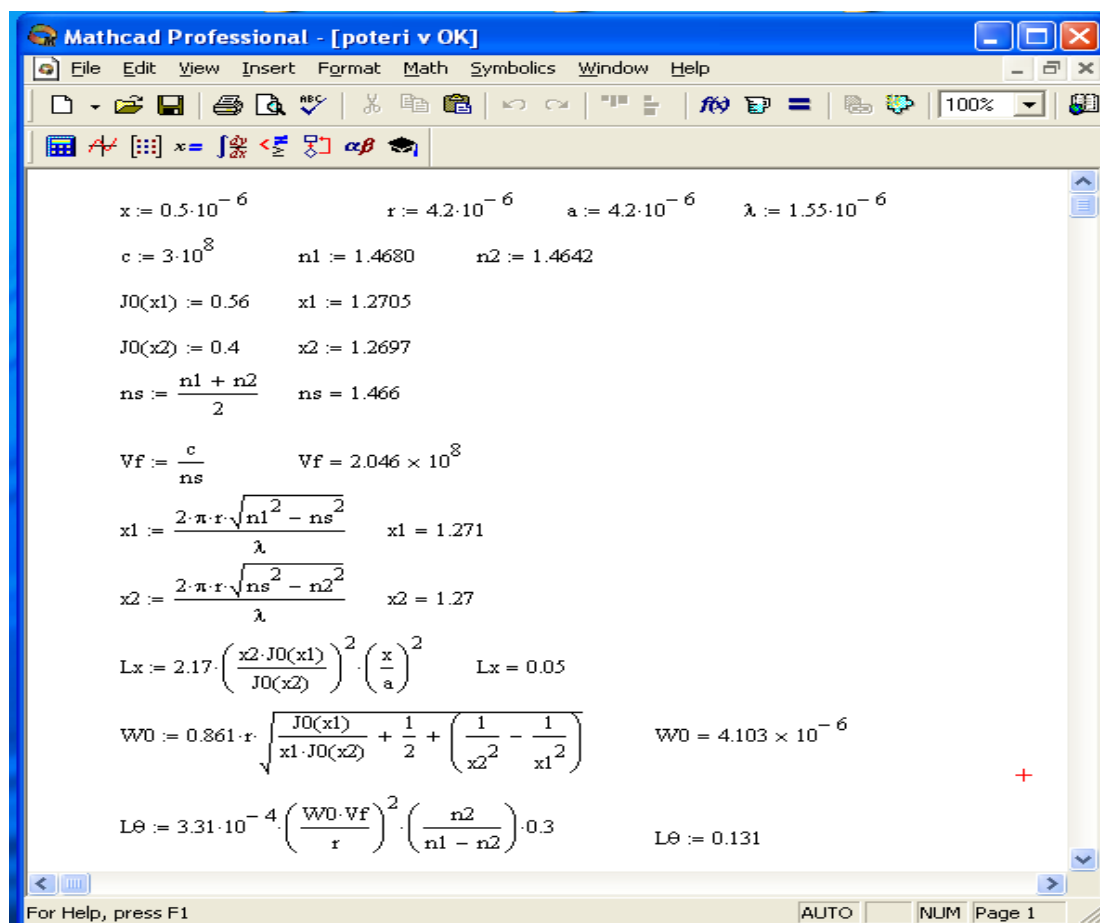
$J_0(1,2705) = 0,56;$

$J_1(1,2697) = 0,4.$

Сурет 3.2 - Есептің MathCad бағдарламасындағы кескіні

$$L_x = 2.17 \times \left[\frac{1.2697 \times 0.56}{0.4} \right]^2 \times \left(\frac{0.5 \times 10^{-6}}{4.2 \times 10^{-6}} \right)^2 = 0.0676 \text{ дБ.}$$

Көлденең остердің θ ($\theta = 0,3^\circ$) ауытқуы кезіндегі шығындар:



$$L_{\theta} = 3.31 \times 10^{-4} \left(\frac{W_0 \times V}{r} \right)^2 \left(\frac{n_2}{n_1 - n_2} \right) \times \theta^2,$$

W_0 – HE_{11} жарық өткізгішінің модальдық радиусы:

$$W_0 = 0.861 \times r \sqrt{\frac{J_0(x_1)}{x_1 \times J_1(x_1)} + \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{x_2^2} - \frac{1}{x_1^2} \right)},$$

$$W_0 = 0.816 \times 4.2 \times 10^{-6} \times \sqrt{\frac{0.56}{1.2705 \times 0.4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{(1.2697)^2} - \frac{1}{(1.2705)^2}} = 4.338 \times 10^{-6} \text{ м}$$

$$L_{\theta} = 3.31 \times 10^{-4} \times \left(\frac{4.338 \times 10^{-6} \times 1.7961}{4.2 \times 10^{-6}} \right)^2 \times \left(\frac{1.4642}{1.468 - 1.4642} \right) \times 0.3 = 0.131$$

Бір модаль талшықтың дәнекерленген жерінің қосымша шығындарының орташа мәні 0,1дБ кем болады. MathCad есептеу бағдарламасын қолдана отырып жүргізілген есептеу келесі 3.2 суретте келтірілген.

3.5 Кабел параметрлерін есептеу

DWDM құрылғысы үшін тарату ортасы ретінде бірмодалы талшық пайдаланылады. Сондықтан сыну көрсеткіші сатылы оптикалық талшықтың параметрлеріне есептеу жүргізейік. Сыну көрсеткіші профилінің типі сатылы болып келетін талшықты жарықөткізгіште бірмодалы режим орын алуы үшін нормаланған жиілік V шамасы 2,405-ке тең немесе аз болуы тиіс. V шамасы келесі формуламен анықталады:

$$V = \frac{a\pi}{\lambda} \cdot NA \quad (3.10)$$

мұндағы a – жарықөткізгіштің жүрекшесінің диаметрі;
 NA - талшықты жарықөткізгіштің сандық апертурасы;
 $\pi = 3,14$;
 λ – сәулелену толқынының ұзындығы.

Сандық апертура жарықөткізгіштің негізгі сипаттамаларының бірі болып табылады. Сандық апертураның физикалық мағынасы - осі жарықөткізгіштің осінде жатқан сәулелердің конусын көрсетеді. Осы конуста жататын, жарықөткізгіштің шет жағына түсетін барлық сәулелер Жарықөткізгіш бойымен бағытталады. Талшықты жарықөткізгіштің сандық апертурасын келесідей жолмен табуға болады:

$$NA = n_0 \sin \theta_n = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_1 \sqrt{1 - (1 - \Delta)^2}, \quad (3.11)$$

мұндағы n_0 - жарықөткізгішке қатысты сыртқы ортаның сыну көрсеткіші;
 θ_n – жарықөткізгіштің апертуралық бұрышы;
 Δ - өзекшенің және қабықшаның сыну көрсеткіштері қатысты айырымы.

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (3.12)$$

ITU-T ұсынысына сәйкес бірмодалы жарықөткізгіштер үшін $\Delta = 0,003$, ал NA мәні $0,1 \div 0,12$ аралығында жатуы тиіс. Бірмодалы талшықты дайындау кезіндегі неғұрлым кең тараған өзекшенің сыну көрсеткіші болып $n_1 = 1,4675$ табылады.

Сандық апертураны (3.11) формуладан табамыз:

$$NA = 1,4675 \cdot \sqrt{1 - (1 - 0,003)^2} = 0,11$$

ITU-T ұсынысы бойынша бірмодалы талшықтың жүрекшесінің диаметрі 8-ден 10 мкм аралығында жатады, ал қабықша диаметрі 125 мкм-ге тең. Көп кездесетін жүрекше диаметрі 9 мкм-ге тең.

(3.10) формуласы бойынша нормаланған жиіліктің толқын ұзындығы $\lambda=1,55$ мкм болған кездегі шамасын анықтайық:

$$V = \frac{9 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14}{1,55 \cdot 10^{-6}} \cdot 0,11 = 2$$

Осылайша талшықты-оптикалық сыну көрсеткіші сатылы болатын және параметрлері $n_1 = 1,4675$, $\Delta n = 0,003$, $NA = 0,11$, $a = 9$ мкм, $b = 125$ мкм және жұмыс істеу толқын ұзындығы $\lambda = 1,55$ мкм болған кезде жарықөткізгіштерде бірмодалы режим орын алады.

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

$$n_2 = n_1(1 - \Delta) = 1.4675(1 - 0.003) = 1.4631 \quad (3.13)$$

3.6 Талшықты-оптикалық кабелдің SZ - құрылымын есептеу

Толық 360° -қа айналу өрісінің қадамы S шиыршығының қадамы деп аталады. Шаг поля полного оборота на называется шагом скрутки S . Есілген элементтер мен кабелдің көлденең қимасы арасындағы бұрыш – α шиыршықталу бұрышы деп аталады. Кабел осі мен есілген элемент ортасы арасындағы қашықтық R шиыршықталу радиусы деп аталады.

Берілген кабел түрі үшін шиыршықталу қадамы $S = 170$ мм-ге және шиыршықталу радиусы $R=4,3$ мм тең, сонда қосымша ұзындық Z мынаған тең:

$$Z = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi R}{S} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi \cdot 4.3}{170} \right)^2} - 1 \right) \cdot 100\% \approx 1.25\% \quad (3.14)$$

Сондықтан кабел ұзындығының әрбір жүз метрінде есілген элементтер 1,25 м-ге ұзынырақ келеді.

Шиыршықтау бұрышы мынаған тең:

$$\alpha = \arctg \frac{S}{2\pi R} = \arctg \frac{170}{6.28 \cdot 4.3} \approx 80.97\% \quad (3.15)$$

Қисықтың сәйкес радиусы мынаған тең:

$$\rho = R \left(1 + \left(\frac{S}{2\pi R} \right)^2 \right) = 4.3 \cdot \left(1 + \left(\frac{170}{6.28 \cdot 4.3} \right)^2 \right) \approx 175 \text{ мм} \quad (3.16)$$

Бұнымен қатар иілумен бірге жилалардағы жарықөткізгіштердің созылуын және сығылуын берілген созылу жүктемесі диапазонында және талшықты-оптикалық кабелдердің температура диапазондарында рұқсат етілмеген өтпелі сипаттамалар өзгерісі және жарықөткізгіштердің бүліну қаупі пайда болмайтындай етіп шектеу қажет. Кабел ұзындығының қатысты өзгерісі $\Delta L/L$, яғни кабелдің рұқсат етілген ұзаруы E_k немесе сығылуы E_k мынаған тең:

$$E = -1 + \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 R^2}{S^2} \left(2 \frac{\Delta R}{R} \pm \frac{\Delta R^2}{R^2} \right)}, \quad (3.17)$$

мұндағы «+» белгісі кабел сығылуы E_k үшін;
«-» белгісі кабел ұзаруы E_k үшін.

Сонымен қабықшаның ішкі диаметрінің номинал мәні $\alpha_i = 2$ мм-ге тең екенін біле отырып, сыну көрсеткіші сатылы (дублирленген профильді) болатын жарықөткізгіштердің жалпы саңылауы бар:

$$\Delta R = (2.0 \text{ мм} - 1.0 \text{ мм})/2 = 0.4 \text{ мм}.$$

Сонда кабелдің максимал рұқсат етілген ұзаруы мынаған тең:

$$E_k = -1 + \sqrt{1 + \frac{4\pi^2 \cdot 4.3^2}{170^2} \left(2 \frac{0.4}{4.3} - \frac{0.4^2}{4.3^2} \right)} \approx 0.001064 = 0.1064\%. \quad (3.18)$$

3.7 ТОВЖ-ының сенімділігін есептеу

Желілерді PON технологиясының негізінде жобалау кезінде ТОВЖ-нің сенімділігін және ұзақ жасағыштығын қамтамасыз етудің маңызы зор. DWDM аппаратурасының өзі өте сенімді, одан басқа басқару мен бақылаудың кірістірілген құрылғылары ақауларды табу мен резервті құрылғыларға қосылуды тездетеді және оңайлатады.

Біріншілік желілердің сенімділігі-біріншілік желілердің қасиеті пайдалану мен техникалық қызмет көрсетудің сәйкес шарты мен режимі кезінде электрбайланыс сигналдарын тарату бойынша талап етілген функцияларды орындау қабілеттілігімен сипатталатын типтік физикалық тізбектердің, типтік тарату және желілік күре жол арналарының барлық параметрлерінің қабылданған мәндерін анықталған шекте уақыт бойы сақтау.

Сенімділік проблемасы екі негізгі бөліктен тұрады: объект құраушыларының сенімділігін және объектінің техникалық қызмет көрсетілуінің жоғарғы деңгейін қамтамасыз ету.

Күре жол және байланыс арналарының сапалы және тоқтаусыз жұмысын қамтамасыз ету - оптикалық кабелді магистралдың техникалық қызмет көрсетілу жүйесінің негізгі тапсырмасы болып табылады.

Бұл тапсырма ТОВЖ-не ақпарат таратудың сапасын төмендететін ақаулықтың және арналар бөліктерінде, бөлек күре жолдарда немесе ТОВЖ-інде байланыстың толығымен жоғалуының пайда болуына әкеп соғатын әртүрлі дестабилизатор факторлардың әсер етуі жағдайында

ТОВЖ-нің ақаулықтары мен істен шығуы уақыт бойынша кездейсоқ процес- істен шығу ағынын тудыра отырып, кез-келген уақытта пайда болуы мүмкін.

ТОВЖ жұмысының сапасын бағалаудың негізгі параметрлерінің бірі – жылына 100 км трассаға келетін бүліну тығыздығы m келесі формуламен есептеледі:

$$m = 100 \cdot N / (k \cdot L) \quad (3.19)$$

мұндағы N - k жыл ішінде ұзындығы L болатын ТОВЖ-нің істен шығу саны.

Сағатына 1 км ТОВЖ трассасының орташа істен шығу тығыздығымен анықталатын істен шығу интенсивтілігі-бүліну тығыздығынан басқа ТОВЖ-ның тиімділігі мен сапалы жұмысының негізгі сипаттамасы болып табылады:

$$\lambda = m / (100 \cdot 8760) \quad (3.20)$$

мұндағы 8760 – бір жыл ішіндегі сағат саны;

100 - m шамасы анықталатын трасса ұзындығы.

Ұзындығы L болатын біртекті ТОВЖ үшін үнемі пайдалану шартында істен шығу ағыны интенсивтілігі келесі формуламен анықталады:

$$\delta = \lambda \cdot L \quad (3.21)$$

Қарапайым кабелді магистралмен салыстыра отырып, t уақыты ішінде тоқтаусыз жұмыс ықтималдылығын келесі көрсеткіштік функциямен анықтауға болады:

$$F(t) = e^{-\delta t} \quad (3.22)$$

Бұл шаманың таралу тығыздығы Пуассон заңына бағынады:

$$P(t) = \delta \cdot e^{-\delta t} \quad (3.23)$$

ТОБЖ-ын пайдалану ұзақтығы туралы экспериментті мәліметтердің болмауына байланысты қарапайым кабелді магистрал үшін арналған орташа шамаларды пайдалануға болады. Бұл болжам істен шығудың негізгі себептерінің бірдейлігіне негізделген.

Магистралдың екі типі үшін де істен шығу сыртқы әсерлер нәтижесінде немесе ішкі себептерден пайда болады. Олардың статистикасы келесі мәліметтермен сипатталады:

- жер жұмыстарынан механикалық бүліну - 61%;
- пайдалану және құрылыс қателігі - 9%;
- найзағай - 17%;
- сел, жерсілкінулер, опырылып құлау, топырақ вибрацисы - 7%;
- басқа да себептер- 6%.

Егер істен шығудың орташа статистикалық саны қарапайым магистралдарда 15 жыл ішінде 1,7-ні құраса, онда синхронды желілер ТОБЖ үшін бұл санды 1,1-ге тең деп болжауға болады.

Жоғарыда келтірілген формулалардан келесіні аламыз:

Бүліну тығыздығы:

$$m = 100 \cdot 1,1 / (15 \cdot 107,1) = 6,85 \cdot 10^{-2}$$

Істен шығу интенсивтілігі:

$$\lambda = 6,85 \cdot 10^{-2} / (100 \cdot 8760) = 7,8 \cdot 10^{-8}$$

Істен шығу ағынының интенсивтілігі:

$$\delta = \lambda \cdot L = 7,8 \cdot 10^{-8} \cdot 107,1 = 8,35 \cdot 10^{-6}$$

t (t = 0, 1, 2, 5, 8, 10, 15, 20 лет) уақыт ішінде тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы:

$$F(t=0) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0) = 1$$

$$F(t=1) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 1) = 0,99999$$

$$F(t=2) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2) = 0,99998$$

$$F(t=5) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 5) = 0,99996$$

$$F(t=8) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 8) = 0,99993$$

$$F(t=10) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 10) = 0,99992$$

$$F(t=15) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 15) = 0,99987$$

$$F(t=20) = \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 20) = 0,99983$$

Алынған t уақыт ішінде тоқтаусыз жұмыс істеу нәтижелерін 3.4-кестеге енгіземіз.

Кесте 3.4 - Сенімділік параметрін есептеу нәтижелері

t, ЖЫЛ	0	1	2	5
F (t)	1	0,99999	0,99998	0,99996
t, ЖЫЛ	8	10	15	20
F (t)	0,99993	0,99992	0,99987	0,99983

Көрсеткіштік функциямен сипатталатын $F(t)$ шамасының таралу тығыздығы Пуассон заңына бағынады:

$$P(t = 0) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0) = 8,3 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 1) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 1) = 8,299931 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 2) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2) = 8,299862 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 5) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 5) = 8,299656 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 8) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 8) = 8,299452 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 10) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 10) = 8,299311 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 15) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 15) = 8,298971 \cdot 10^{-6}$$

$$P(t = 20) = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 20) = 8,298622 \cdot 10^{-6}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыстың тақырыбы өзекті болып келеді. Өйткені бұл дипломдық жұмыста Қапшағай қаласына ID-Net қызметтерін, абоненттерге «Drive» Ақылды телефон қызметі, бір ID Phone нөмірі, ҚҚТ қызметері, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар саны, және “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметтерін ұсыну қарастырылған.

Бірінші бөлімде ID-Net қызметін ұйымдастыруға арналған технологияларға талдау жүргізілген және олардың сипаттамалары келтірілген.

Екінші бөлімде ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын құру, GPON технологиясының қатынау желілерін құру және ұйымдастырылатын желінің топологиясын құру көрсетілген. Сонымен қатар ID-Net қызметін ұйымдастыруға GPON Ericsson кеңжолақты қатынау жүйесі, BML 1500 жабдығы және басқа қажетті жабдықтар мен құрылғылар таңдалған. Сондай-ақ Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастырудың және аналогтық телефонды жалғаудың сұлбалары көрсетілген.

ID-Net қызметтерін Қапшағай қаласының Абай және Жамбыл көшесіндегі үйлердің абоненттеріне орнату қарастырылған. Қызметтер GPON және FTTH технологиялары бойынша абоненттік қатынаудың мультисервистік желісін құру арқылы ұйымдастырылады.

Техникалық есептеу бөлімінде ID-Net қызметінің өткізу жолағы, магистральді талшықты-оптикалық кабельдің параметрлері және оптикалық кабелдегі шығындар есептелген.

ID-Net қызметтерін ұйымдастырған соң желіге қосылған абоненттер интернетке ішкі ресурстарға кірістік және шығыстық арна арқылы 100 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен, сыртқы ресурстарға - 2 Мбит/с дейінгі жылдамдықпен қатынап отыра алады. Бұл жағдайда сыртқы ресурстарға трафиктің шегі 40 Гбайт құрайды. Трафиктің шегіне жеткен жағдайда сыртқы ресурстарға қатынау жылдамдығы кірістік және шығыстық арналар бойынша 128 Кбит/с дейін төмендейді.

ID Net технологиясы Megaline желісімен салыстырғанда интернет желісіне қатынау, бейнедеректер мен дауысты таратудың анағұрлым жоғары сапалы қызметтерін қамтамасыз етеді. Белгілі болғандай, талшықты-оптикалық байланыс желілері бүгінгі күні ақпарат ағымын таратудың аса заманауи және сапалы әдісі болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 «Казахтелеком» ввел услугу широкополосного доступа iD Net// profit.kz:серверPROFIT.2010.URL:<http://www.profit.kz/news/5752/Kazahtelekom-vvel-uslugu-shirokopolosnogo-dostupa-iD-Net>
- 2 СетиFTTx//ftth.ru:серверНТЦ"Энергия".2015.URL:<http://www.ftth.ru/networks-fttx/>(дата обращения: 29.02.2015).
- 3 Технология FTTH// konturm.ru: сервер Контур М Digital broadband communis. 2015. URL:<http://www.konturm.ru/tech.php?id=ftth>
- 4 Росляков А.В. Сети доступа. Учебное пособие для вузов.- М.: Горячая линия-Телеком, 2008.
- 5 Виды технологий PON// techelements.ru: сервер Tech elements. Радиоэлектроника и телекоммуникации. 2015.
- 6 Широкополосный доступ на базе технологии GPON//tmc.ru: сервер ТМС группа компаний .2015.
- 7 Г. В. Попков. Сеть абонентского доступа с использованием технологий ethernet FTTH, PON. //Вычислительные и сетевые ресурсы. 630090, Новосибирск, Россия. – 2011. - С. 48-55.
- 8 Оборудование GPON// eltex.nsk.ru: сервер компании ELTEX. 2015. URL: http://www.eltex.nsk.ru/catalog/gpon_equipment/
- 9 Оптический кабель// deps.ua: сервер компании DEPS. 2015. URL: <http://deps.ua/katalog/opticheskiy-cabel.html> (дата обращения: 13.04.2015).
- 10 Дэвид Бэйли, Эдвин Райт. Волоконная оптика: теория и практика/Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2006. – 320 с.
- 11 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи.3-е доп.изд. - М., Техносфера, 2010.
- 12 Олифер В., ОлиферН. Компьютерные сети, принципы, технологии, протоколы — Санкт-Петербург, 2010, 658 с.
- 13 А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн Технология и протоколы MPLS. - “БХВ - Санкт-Петербург”, 2005, 302 с. 10.
- 14 РТМ“ Системно-сетевые решения развитияинфокоммуникационных сетей межрегиональных компаний связи и ОАО “Ростелеком” как составных частей ВСС России, на перспективу до 2007 г.”
- 15 Многоканальная электросвязь и телекоммуникационные технологии [Текст]/ В.В. Поповский, Ю.И. Лосев, С.А. Сабурова, В.С. Марчук и др. Харьков: ООО «Компания СМИТ». 2006 – 593 с.
- 16 Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. [Текст]/ М.: Академия IT: ДМКПресс, 2007. – 632 с.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Хайрушева Гүлден

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбы: Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастыру

Орындалды:

- а) графикалық бөлім _____ парақ
б) түсініктеме _____ бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жұмыс өзекті болып келеді. Өйткені бұл дипломдық жұмыста Қапшағай қаласына ID-Net қызметтерін, абоненттерге «Drive» Ақылды телефон қызметі, бір ID Phone нөмірі, ҚҚТ қызметері, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар саны, және “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметтері ұсынылып отыр.

Екінші бөлімде GPON Ericsson кеңжоларды қатынау жүйесі, BML 1500 жабдығы және басқа қажетті құрылғылар таңдалған.

Техникалық есептеу бөлімінде жұмыстың тақырыбына сай негізгі параметрлер есептелген.

Жалпы жұмыстың мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуы, баяндалуы, рәсімделуі және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар Мем СТ сай орындалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс 95 /А/ «өте жақсы» деген бағаға орындалған, ал дипломант, Хайрушева Гүлден 5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технология бакалавры деген академиялық дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

РЕЦЕНЗЕНТ



А.О. Касымов
2019 ж

Қолтаңбаны растаймын Подпись заверяю		
		3.10.
Қызметі	04	аты-жөні
«30»		2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Хайрушева Гүлден

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбы: Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастыру

Бұл дипломдық жұмыстың тақырыбы қазіргі заманның талабына сай десек болады. Өйткені қазір ID-Net қызметтерін: абоненттерге «Drive» Ақылды телефон қызметі, бір ID Phone нөмірі, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар саны, және “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметтері мемлекетімізде кеңінен қолдануда..

Бастапқы бөлімдерде ID-Net қызметін ұйымдастыруға арналған технологияларға талдау жүргізілген және олардың сипаттамалары келтірілген. Сонымен қатар ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын ,GPON технологиясының қатынау желілерін және ұйымдастырылатын желінің топологиясын құру көрсетілген.

Техникалық бөлімде ID-Net қызметін ұйымдастыруға GPON Ericsson кеңжолақты қатынау жүйесі, BML 1500 жабдығы және басқа қажетті жабдықтар мен құрылғылар таңдалған. Сондай-ақ Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастырудың және аналогтық телефонды жалғаудың сұлбалары көрсетілген.

Техникалық есептеу бөлімінде жұмыстың тақырыбына сай негізгі параметрлер есептелген.

Жалпы жұмыстың мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуы, баяндалуы, рәсімделуі және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар Мем СТ сай орындалған.

Хайрушева Гүлден дипломдық жұмысты қорғауға жіберілді

Ғылыми жетекші

ЭТжҒТ кафедрасының лекторы

 Н.А. Джунусов

«^{қолы}4» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

Хайрушева Гүлден

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбы: Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастыру

Бұл дипломдық жұмыстың тақырыбы қазіргі заманның талабына сай десек болады. Өйткені қазір ID-Net қызметтерін: абоненттерге «Drive» Ақылды телефон қызметі, бір ID Phone нөмірі, ҚР ішінде қалааралық байланыстың шектелмеген минуттар саны, және “Megaline/ID Net Turbo Drive” қызметтері мемлекетімізде кеңінен қолдануда..

Бастапқы бөлімдерде ID-Net қызметін ұйымдастыруға арналған технологияларға талдау жүргізілген және олардың сипаттамалары келтірілген. Сонымен қатар ID-Net қызметін ұйымдастыру технологияларын ,GPON технологиясының қатынау желілерін және ұйымдастырылатын желінің топологиясын құру көрсетілген.

Техникалық бөлімде ID-Net қызметін ұйымдастыруға GPON Ericsson кеңжолақты қатынау жүйесі, BML 1500 жабдығы және басқа қажетті жабдықтар мен құрылғылар таңдалған. Сондай-ақ Қапшағай қаласында ID-Net қызметтерін ұйымдастырудың және аналогтық телефонды жалғаудың сұлбалары көрсетілген.

Техникалық есептеу бөлімінде жұмыстың тақырыбына сай негізгі параметрлер есептелген.

Жалпы жұмыстың мәтіндік және графикалық материалдардың құрылуы, баяндалуы, рәсімделуі және мазмұнына қойылатын жалпы талаптар Мем СТ сай орындалған.

Дипломдық жұмыс 95/А/«өте жақсы» деген бағаға орындалған, ал дипломант, Хайрушева Гүлден 5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технология бакалавры деген академиялық дәрежесін алуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ кафедрасының лекторы

 Н.А. Джунусов

қолы
«4» 05 2019 ж.