

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 Е. Гаштай

«23» 04 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Алмалы микрорайонында интернет желісін ұйымдастыру»

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған: 

О.Серізбай

Пікір беруші
техн.ғыл.канд.,
АУЭС доценті

 А.О.Касимов

«24» 04 2019 ж.

Ғылыми жетекші
экон.ғыл.канд., лектор

 А.Е.Құттыбаева

«24» 04 2019 ж.



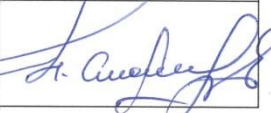
Алматы 2019

дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау


КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Технологияның салыстырмалы артықшылықтары	20.01.2019 - 01.03.2019	орындалды
Желіні жобалау және құрылғыларды таңдау	02.03.2019 - 02.04.2019	орындалды
Желі жүктемесі мен өткізу қабілетін 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
Технологияның салыстырмалы артықшылықтары	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.19	
Желіні жобалау және құрылғыларды таңдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТЖҒТ каф.лекторы	24.04.19	
Норма бақылау	PhD докторы, ЭТЖҒТ каф.сениор-лекторы Смайлов Н.К.	30.04.2019	

Ғылыми жетекшісі _____  А.Е.Куттыбаева
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____  О.Сегізбай

Күні “ 24 ” 04 _____ 2019 ж.

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 Сегізбай Оралхан Тұрапбекұлы

Тақырыбы «Алмалы микрорайонында интернет желісін ұйымдастыру»

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі “25” сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Алмалы микрорайоны мәліметтері, 2) Құрылғылар тізімі 3) есептеу тәсілдері

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Алмалы микрорайонындағы байланыс жолдарының қазіргі жағдайы; ә) Оптикалық кабельдер түрлерін, PON желісін қарастыру; б) Оптикалық байланыс жолдарын есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 11 слайдта көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 1.Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 3-е изд - СПб, Питер-пресс, 2006 2) А. Б. Семенов. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях. - Москва, АйТи-Пресс, 2003 3) А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. Структурированные Кабельные Системы АйТи-СКС, издание 3-е. - Москва, АйТи-Пресс, 2001. 4) Компьютерные сети: Учебный курс Microsoft Corporation – М.: Издательский отдел «Русская редакция», 2005.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Алмалы ықшамауданында интернет желісін қосу болып табылады.

Дипломдық жобада тақырыбына сәйкес Алмалы ықшам ауданында GPON пассивті оптикалық желісін құру қарастырылған.

Желі қаладағы коттежді аймаққа орнатылғандықтан, дамыған елдер қолданатын оптиканы әуемен тарту технологиясы таңдалды. Таңдалған жолмен сәйкес оптикалық кабельдің де сыртқы күштерге тұрақты, арнайы ұстаушы тросы бар түрі таңдалып алынды.

Есептеулер жүргізіліп, таңдалған әуе желісінің жер асты желісінен артықшылығы (пайда) айқын көрсетілді. Экономикалық бөлімде бұл желінің тиімділігі анықталды.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте согласно дипломной теме было рассмотрено построение пассивной оптической сети GPON.

Так как сеть планируется строиться в коттеджной местности города, для удобства была выбрана технология по которой оптический кабель пролаживается не под землей, а на весу. Соответственно были выбраны оптические кабели с несущими(трос) которые более устойчивы к внешним факторам.

Были проведены расчеты и было доказано что проложение кабели под землей намного дороже нашего проекта. На экономической части показали насколько данный проект выгоден с экономической точки зрения.

ANNOTATION

In the diploma project according to a degree subject created the passive optical network GPON.

As the network is planned to be under construction in the cottage district of the city, for convenience chosen the technology, on which optical cable puts not underground, they puts on weight. Optical cables with bearing (cable) which were respectively chosen are steadier against external factors.

Calculations were carried out and was proved that our cables underground are much more expensive than our project. On economic part showed how this project it is favorable from the economic point of view.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Пассивті технологияның ерекшелігі	10
1.1 PON технологиясына түсіндірме	10
1.2 Технологияның салыстырмалы артықшылықтары	12
1.3 Кадрлері мен пакеттерінің құрылымдары	14
1.4 Мәселенің қойылымы	20
1.5 GPON-ның техникалық көрсеткіштері	27
2 Дипломдық жұмыста қолданылатын құрылғылар	32
2.1 Желіні жобалау және құрылғыларды таңдау	32
2.2 GPON QSW-9000-01 ерекшеліктері	37
2.3 Керекті серверді таңдау	38
2.4 GBIC модульдерін таңдау	38
3 GPON желісінің техникалық есептелуі	41
3.1 Желінің жүктемесі, өшулігі мен өткізу қабілеті	41
3.2 PON желінің жүктемесін және трафигін есептеу	44
3.3 PON желінің трафигін есептеу	49
Қорытынды	50
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	51

КІРІСПЕ

XXI ғасыр - ақпараттың алмасу ғасыры деп аталды. Ақпарат ғасырында бір минут кешігіп қалған топтар артта қалып қоятын уақытқа жетіп отырмыз. Барлық ақпарат газет журналдардан интернет желісіне көшуде. Интернет адам өмірінің негізгі бөлігіне кіріп, өздерінің нақты орнын белгілеп отыр. Осыған байланысты болатын бүкіл қызмет көрсететін операторлар ақпарат алмасудың жаңа, тиімді, ыңғайлы түрін ұсынуға жарып отыр. Сол “айрықша” жаңалықты алғаш рет алған, халыққа ұсынып отырған компания телекоммуникация салаларының көшін бастайды.

Қазіргі кездегі компаниялар мен байланыс салаларындағы мекемелер оптикалық желілердің ақпарат алмасудың басында тұрғанын бір ауызбен мойындатып отыр. Ресей, Жапония, АҚШ елдеріндегі компаниялар бастап келген жаппай мыстан оптикаға өту үрдісі осыған дәлел болып отыр.

GPON желілері Қазақстан Республикасы аймағымен бірге әлемнің біршама елдерінде қолданысқа еніп қарқынды даму үстінде. Желі жылдамдықтарының жоғары болған сайын абоненттердің арта түсетінін түсініп отырған телекоммуникациялар саласының операторлары жаппай мыс желілерді оптикалық желіге ауыстыруда. Қазақтелеком АҚ-ы да 2014 жылдың соңына дейін Алматы қаласын түгел GPON желісімен қамтамасыз ететін жоспармен бөлісті.

Менің жобамның мақсаты Алатау ауданының көп қабатты үйлердің барлығы оптикалық желімен қамтамасыз етілгендіктен, Алмалы ықшам ауданында - Шығысы 1 көше мен, батысы Момышұлы көшесі мен, 2- көше мен, шектелген аймақтарында GPON желісін құраудың тиімді тәсілін анықтау. Басында GPON технологиясының жер үйлі аймаққа ұсынып құрастырылғанын ескеру керек. Оптикалық кабельдің әлсіздігіне байланысты қаладағы желіде кабель жер астында полиэтиленді құбырға үрленіп салынып, кеміргіштерге қарсы арнайы қорғауы бар кабельдер қолданысқа ие. Осындай жоба үлкен қаражатты қажет етеді. Ал коттежді аймаққа тар көшені қазып тастау одан да үлкен шығындар мен ыңғайсыздыққа әкеледі. Берілген жобада жер шарының дамыған елдерінде қолданысқа ие тросспен қосымшалананып отырған жаңа әуемен тарту кабелі таңдалды. Кабельді жел, кедергілер және басқа да факторлардың кесірінен қорғау үшін бағаналарға қыстырылатын кронштейнге арнайы анкерлік қысқыштар көмегімен тартамыз. Дүниежүзілік практика көрсеткендей бұндай технология соңғы шыққан оптикалық кабельдермен 80%-ға сенімді. Жоба сенімділігі іс жүзінде дәлелденіп отырса ол қала сыртындағы үйлерге жүргізілетін жоғары жылдамдықты интернеттің алғышарты болар еді.

1 Пассивті технологияның ерекшелігі

1.1 PON технологиясына түсіндірме

GPON (гигабиттік пассивті оптикалық желі) – мәліметтерді талшықты - оптикалық кабельмен тарататын, жылдам дамып жатқан көп қолданысқа ие кеңжолақты көп сервистерді ұсынатын қатынау жүйесі. PON технологиясының мәні, оның атына сәйкес келеді яғни таратылатылып отыратын мәлімет станциялық құрылғылардан абоненттік терминалға дейін барлығы пассивті желімен өтеді. Желі толығымен активті компоненттерсіз құралады.

GPON технологиясының қала сыртындағы жер үйлі аудандар мен ауылдарға оптикалық кабельмен жоғары жылдамдықты интернет жеткізу үшін құрылған. Технология бір оптикалық кабель көмегімен бірден 64 абонентке қызмет көрсете алатын, қала сыртына тартылатын желі саны мен жұмысты азайтып, сәйкесінше үлкен қаражатты үнемдеп отыруға септігін тигізеді. PON технологиясының басқа технологиядан артықшылықтарын телекоммуникация саласындағы бүкіл операторлар мен компаниялар бір ауыздан мойындап отыр. Ресей, Жапония , АҚШ бастаған әлемнің басқа да елдері қала мен ауылды аудандарға PON желісін жүргізіп, барлығын оптикаға ауыстырып жатыр.

Алыс аймақтарға желі орнатқан кезде оған дейінгі аралыққа құрылғының жұмысын басқаратын және қадағалап отыратын адамдар керек. Ал үлкен желіні құрғанда бұндай жұмысшыларға кететін шығын көбейеді. PON технологиясының тағы да бір басты айырмашылығы станциялық құрылғы OLT мен абоненттік құрылғы ONU – дың аралығында толығымен пассивті құрылғы жұмыс жасайды. Ол басқарып, қадағалайтын адам жұмысын да, жылу мен ток қуатын да қажет етпейді. Бұл желі жұмысындағы әлдеқайда шығындарды азайтуға көмектеседі [1].

Оптикалық желідегі мәлімет өте көп жылдамдықпен таратылады. Алғаш кезде үлкен проблема болған иілгіштік мәселесі де қазір шешілді. Жаңа технологиялармен шығарылған талшықты – оптикалық кабельдің иілгіштігі бірнеше есе артты. Сол параметрлердің көмегімен PON барлық оператордың таңдауы болып жатыр.

PON желісі негізінен мынандай элементтерден тұрады:

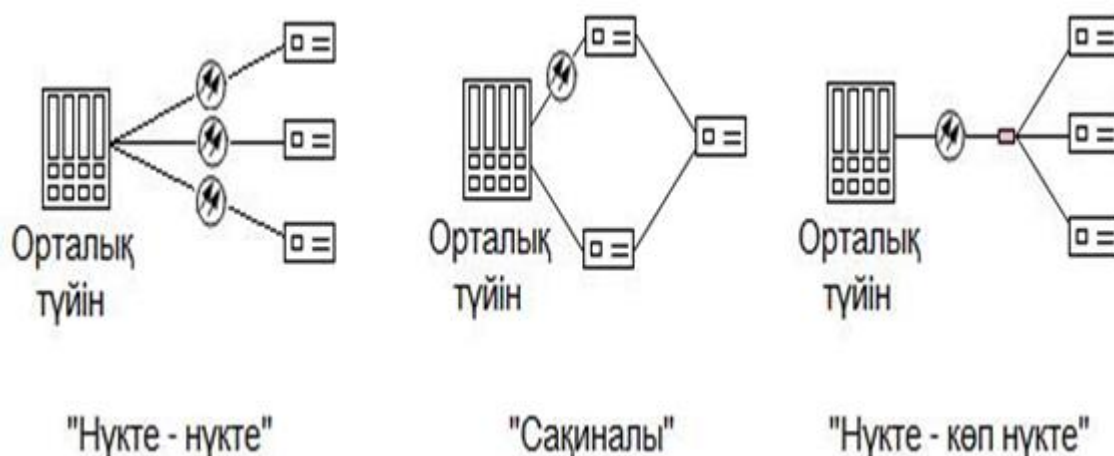
Орталық станциялық құрылғы OLT (Optical Line Terminal). OLT терминалы желілер ағындарының бірігуін қамтамасыз етіп, желінің сыртқы желілермен байланысын болдырады.

Оптикалық үлестіргіш желі ODN (Optical Distribution Network). ODN төмендегідей бөліктен тұрады:

1. Магистральдік оптикалық фидерден (талшықтан);
2. Оптикалы сигналдарды тармақтайтын құрылғы – сплиттер. Сплиттерлер оптикалы сигналды PON трактісіне өзінің бөлу коэффициенттеріне сәйкес(1/4, 1/8, 1/16 т.с.с.) бөліп таратылады;
3. Оптикалық үлестіргіш талшық (үйге дейін)

4. Шеткі абоненттік құрылғы ONU/ONT (Optical Network Unit/Terminal). ONU типіне байланысты үлестіретін шкафта, ғимараттарда, абоненттердің үйлерінің ішінде орналасып, керек интерфейспен толтырылып, абоненттерге желіге шығу мүмкіндігін ұсынып отырады.

Оптикалық желіні жасау кезінде негізінен “нүкте – нүкте”, “сақиналы” және “нүкте - көп нүкте” топологиясы қолданылып отырады. Салынатын желі рентабельді болатын, шығындарын қайтару мүмкіншілігі жоғары болса кез келген топологияларды қолдануға болады. GPON желісін құру кезінде негізгі топологиялардың ішіндегі пассивті тармақтағыш – сплиттерді қолданып отыратын “нүкте – көп нүкте” топологиясы қолданылады.



Сурет 1.1 – Оптикалық желілерді құрғанда қолданылатын жалпы топологиялар

1 негізгі орталықтандырылған тораптың 1 портында нүктеден-көп нүктеге дейінгі топологияның бұл түрінде сәулет өнерінің бірыңғай талшықты-оптикалық сегменті бар, ол шамамен алпыс төрт қолданушыны қосады және қосады. Сонымен қатар, GPON технологиясынан айырмашылығы, филиалдардың аралық түйіндерінде - ықшам, сенімді, адам қолы арқылы жасалатын көздер мен қызметтерді талап етпейтін, оптикалық дистрибьюторлар - бөлгіштер (бөлгіштер) орнатылды, толығымен пассивті жұмыс істейді. Сплит 1310 нм (негізгі немесе O (Түпнұсқа) - диапазондар) және 1550 нм (негізгі немесе C (әдеттегі) - диапазондары) терезелерінде жұмыс істеуге тиіс. Жеткізу блогы ретінде, коллектор орнатылатын кабель қорабы болуы мүмкін.

Топологияның «Нүкте – көп нүкте» түріндегі, пассивті оптикалық бөлгіштердің орнатының оптимитизациясы негізінде оптикалық талшықтар бірнеше есе үнемделеді және желіні орнатуға кететін шығын азаяды.

Желі дамуы, керекті бағытта қажет болған жағдайда жаңа сегменттер мен элементтер қосылып ұлғая алады. Жаңа элементтер қосу жұмыс істеп тұрған желіге еш кедергісін тигізбейді. Желіні ұлғайтқанда станциялық құрылғының

қуатын ескеріп барлық өшуліктерді есептеген жөн. Сақина тәрізді топологиясында желі ақауы пайда болса, мысалы желі бір жерде үзілсе, онда ол бүкіл абоненттерге кедергісін тигізеді. Оған қоса жаңадан абонент қосу желіні үзіп, абонент қосып, қайта желіні жалғау жұмыстарын қажетті етеді. Ол уақыт пен шығындарды көбейтеді. Сондықтан нүкте көпнүкте таңдалған.

1.2 Технологиялардың салыстырмалы артықшылығы

Пассивті оптикалық радиобайланыс технологиясы толыққанды болғандықтан, ол басқа технологияның мөлдірлігін анық көрсетеді. PON технологиясының ең көп пайдасы төменде келтірілген. Әрине, бұл технологияның бірінші артықшылығы: оптикалық өткізу қабілеті оптикалық деректердің берілу жылдамдығына ауысады. GPON жылдамдығы 1 Гбит / с дейін. Екінші артықшылығы бір аймақтық оптикалық зум-объективі бар 64 абонентке дейін күші болуы мүмкін. Біздің желіге 640 абонентті қосу үшін 10-ға дейін оптикалық камераны қосуға болады. Қаланың ішінде қиын болмаса да, ол қалада болмауы керек және ол станцияға жақын орналасқан. Болашақта журналдардың санын азайту түзету түзетулерінің ыңғайлылығына әкелді. Соңғы - PON - splitter туннелингінде қолданылатын пассивті оптикалық сплиттер. Адамды басқаруға, қосуға, басқаруға бақылау жасаудың қажеті жоқ. Толыққанды пассивті лазер сәулесі станциядан шығып, керекті бүйіріне бөлді.

GPON технологияларының салыстырмалы артықшылығы [2]:

- Өте жоғары жылдамдық (1 Гбит / с дейін);
- Желінің құрылысының арзан бағасы ;
- Оптикалық кабельдік сплиттер бар 64 дейін абонентті қосу мүмкіндігі.

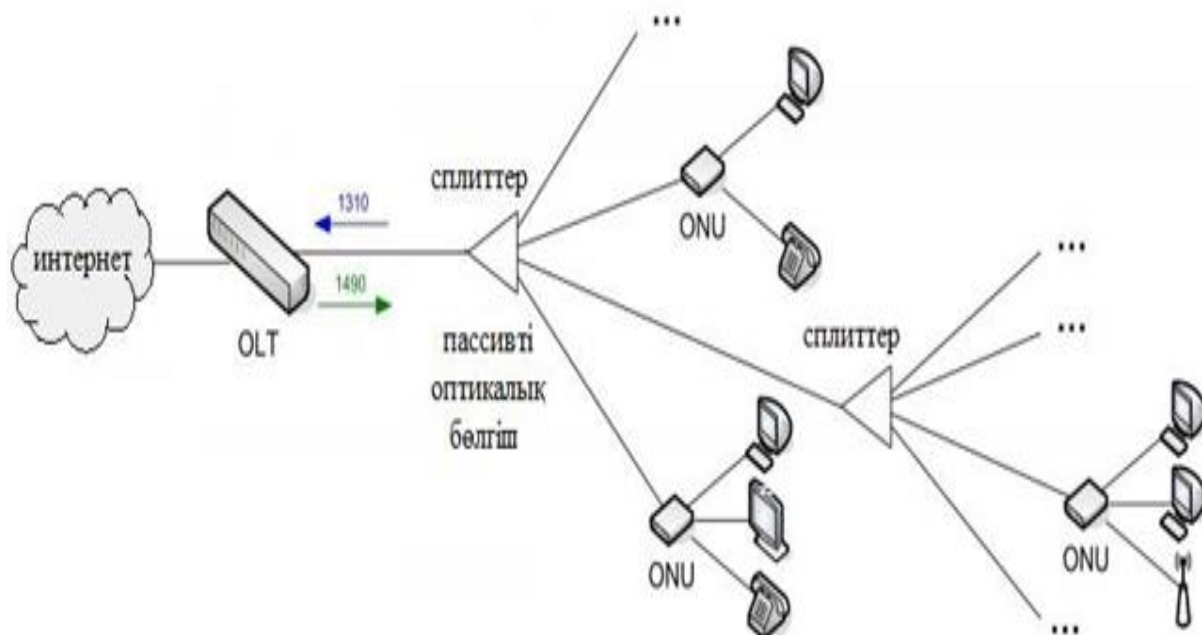
Оңтайландырылған оптикалық кабельдер;

- Triple Play қызмет көрсету мүмкіндігі. Жаңадан құрылған өзін-өзі қамтамасыз ету топтарының тобын құру (көп арналы теледидар, интернетке қосылу, телефония, бейнебақылау);

- Толығымен пассивтік, адамның басқаруын қажет етпейді;
- Құрылған инфрақұрылым перспективтігі;
- Желіні пайдалану мен техникалық қызметтің өте аз шығыны;
- Жоғарғы сенімділігі;
- Желінің қалыпты өсуі. Жаңа абонентті қосу жұмыс жасап тұрған желіге ықпалын тигізбейді;

- Жоғарғы икемділігі.

Таңдалған терминалдың қуатының ауытқуына байланысты, GPON технологиясы ағаш арқалықтарының бойында «созылған» болды. Сплиттерді орнатып, арасындағы өшулікті нақты есептесе, бір станциялық терминал арқылы барынша көп аумақты қамту мүмкіндігі бар. PON технологиясы арқылы құрылған желі сплиттерлермен бөлінуі мен жалғасуы 1.1 – суретте бейнеленген.

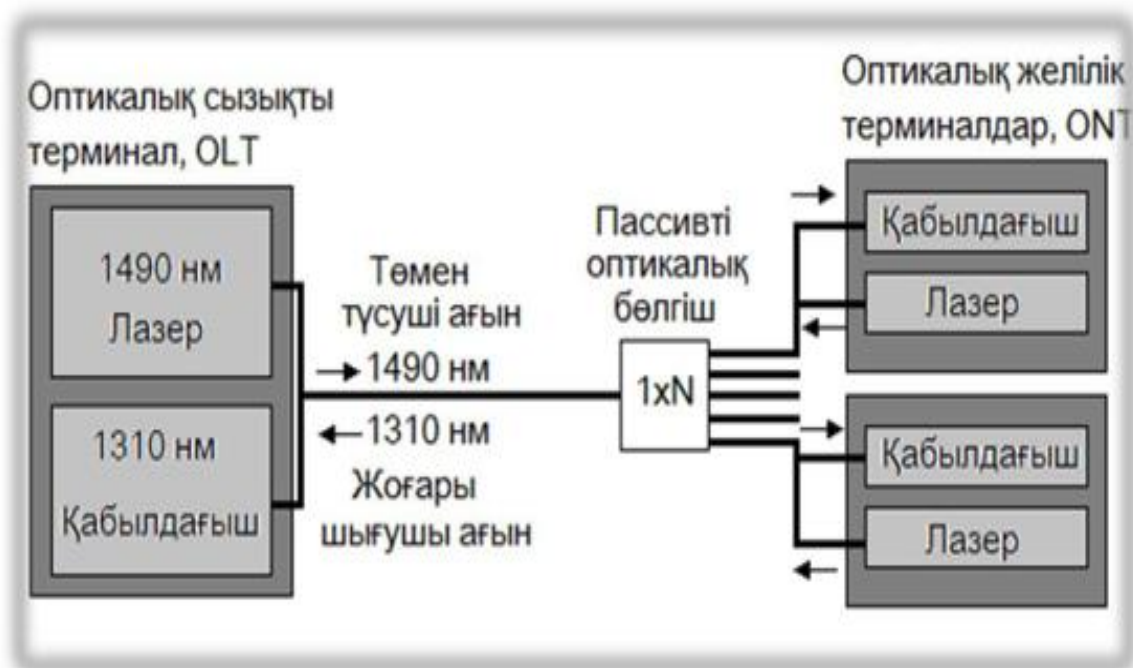


Сурет 1.1 – Желіні оптикалық бөлгіш- сплиттермен тармақталуы

GPON технологияларындағы сыртқы кабелдік жүйесіндегі электрлі қуат пен арнайы адамның қолымен қызметті жасауды қажетсінбейтін арнайы электронды құрылғылар жоқ болғандықтан пассивтік желі болып табылады.

PON берілу принципі төмендегідей: станциялы құрылғы (OLT) PON толқынның ұзындығы 1490 нм ұзындыққа дейін созылды. Сплиттер арқылы таратылатын ағын бүкіл бағытта қайталанып отырады және оның қуаты (сплиттер параметрінің тәуелділігі) өзгереді. Әр абонентті терминал (ONT) төмен ағындардың бүкіл кадрларын қабылдайды, алайда қабылдағыш тек қана «өз» кадрін өңдеп отырады, олар қажетті ONT сәйкестік тағайындау мекен жайларындағы LLID идентификаторы тең болған кезде ғана ісін жалғастырады.

Жоғарыдағы ағындарда соқтығыстың кесірінен айырылуға (бір кезде әр жақтағы ONT таратылатын жеке кадрлар), әр жеке ONT белгілі бір уақытта ғана ақпарат таратуға болады, аталған уақыт OLT-да динамикалы түрде ONT қабылданатын сай тапсырыстар арқылы іске асады. Тапсырыс пен таратуға рұқсат жиынын таратуға және желідегі жаңа түйінді табу үшін не арнайы қызметті кадры бір-бірімен ауысады. Онымен қоса, әрбір ONT-ның 1310 нм толқын ұзындығымен кадрін PON бұтағымен «жоғары» таратады, олар оптикалы бөлгіш сплиттерде TDM тәсілімен бірыңғай жоғары көтерілген ағынға бірігеді. Бұл процесс 1.2 суретте көрсетілген.



Сурет 1.2 – PON желілерінің жұмыс жасау принципі

Жоғарыда көрсетілген суретте PON желілерінің жалпы жұмыс жасау қағидасы көрсетілді. Абонентке байланыс қызметін көрсету PON желілерінде WDM технологиялары пайдаланады. Ол деген абонентке таратылатын сигнал және абоненттен шығатын сигнал екі түрлі толқынның ұзындығымен (1490 нм мен 1310 нм) таратылады.

Қазіргі кезде GPON технологиялары негізгі бірегей байланыс технология болмағанымен, ең көп таралым және қолданысқа ие технологиялардың бірі деген ой қалыптасты. GPON әртүрлі географиялық аймақта тұратын, әртүрлі қызметке сұраныстары және талаптары бар абонентке қызмет түрін ұсынады.

1.3 Кадры мен пакеттердің құрылымы

Гигабитті PON желісінде ақпаратты жіберуге инкапсуляцияның 2 деңгейі керек. Біріншіден, телефондық желінің ақпараттық ағындары (E1/T1, TDM) және Ethernet-кадры GEM кадрына жинақталады. Ол GFP ұқсас форматты пайдалы салмақтың ұзындығымен жинақталады. Екіншіден, АТМ ұяшығы және GEM кадры сәйкес GTC кадріне инкапсуляцияланады, кейін сол түрде PON желісі бойымен таратылады. Төмендегі кестеде GPON технологияларының сипаттамасы бейнеленген.

Кесте 1.1 – GPON технологияларының сипаттамалары

	Гигабит PON
Қызмет түрі	Қызметтердің толық пакеті (телефония, интернет, TV)
Деңгей құрылымы	АТМ ұяшығы мен GEM кадр (TDM және Ethernet қосқанда)
Бір OLT келетін ONT–ның максимал саны	64 (128 ге дейін жана OLT –да)
Рұқсат	Уақыттық тығыздалған рұқсат
ONT табу және активациялау	Жаңа ONU терминалын автоматты табу
Жоғарғы мен төменгі ағындар тасушылары	UpStream: 1260-1360 нм DownStream: 1480-1500 нм
Мәліметті шифрлау	GEM кадрлары мен АТМ ұяшығының пайдалы салмағын AES-128 шифрлау

1.1 кестеден көргеніміздей GPON технологиялары операторлар мен абоненттің жоғары сенімді, жылдамдықты, сыйымдылығы жоғары сұранысын қанағаттандырады.

PON желісі пакетінің құрылымы төменгі суретте бейнеленген. Пакеттер бір арнамен абоненттік терминалға таратылады, жеке абонентке сплиттерлер көмегімен бөлінеді. Кері қайтқанда уақытты бөлінумен бір кабелмен қайтадан қайтады.

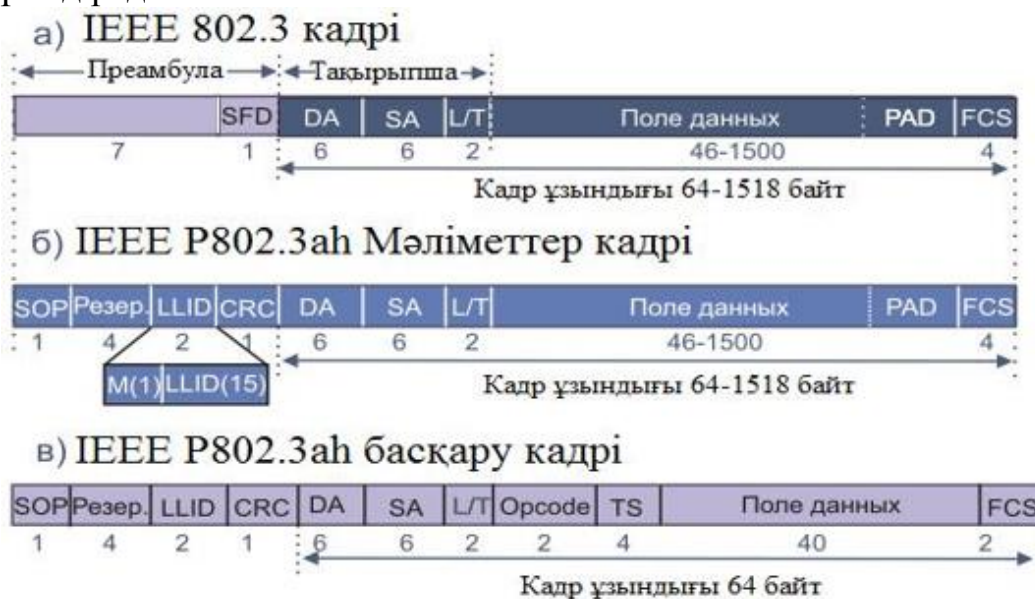
Мультикаст адрес кодтары және EtherType Пон кадрлары баяу протоколдардың кадры болғанын анықтайды. 802.3 стандарт бірнеше баяу протоколды айқындайды. Оның бірі LACP (LinkAggregationControlProtocol). Үш мағынасы OAM (Operations Administration and Maintenance) бөлінді. Протоколды MAC адрес пайдалануы OAMPDU дұрыс MAC деңгейімен интерпретациялауын кепілдендіреді.

OAMPDU көп бөлігі TLV түрінде таратылады. Бірінші байт ақпараттың типін көрсетеді. Мұндай код бағдарламада айнымалы болып, OAM клиентінде ақпаратты қалай декодтау керек екенін анықтайды.

Меже адресі	Жіберуші адресі	Тип 8809	Подтип 03	Жалаушалар	Код	Код	CRC
6	6	2	1	1	1	42-1496	4
OAMPDU ақпарат					Код 00	Локалды мәлімет TLV	Жойылған мәлімет TLV ...
OAMPDU оқиғалар					Код 01	Соңғы #	Linkevent TLV
OAMPDU сұраныс					Код 02	Ауысу дескриптор
OAMPDU жауап					Код 03	Ауысу контейнер
OAMPDU басқару					Код 04	Кері байланыс командасы	
Спецификалық OAMPDU					Код FE	24-бит OUI

Сурет 1.3 – PON желісі пакетінің құрылымды сұлбасы

Содан кейінгі октет мәлімет ұзындығын анықтайды. Бұл код негізі мұндай мәлімет типі OAM клиентпен интерпретацияланбайтын болған кезде мәлімет массивтерін орағытып өтуге қолданылады. Қалған октеттер ақпараттың өзін түсіндіреді.



Сурет 1.4 – Кадрдың толық сипаттамасы

мұндағы SOP (start of packet) – бір байт, кадр басы.
 Резервтік бөлік төрт байт көлемдік.
 CRC – бір байт преамбула бойынша контрольді сома (P802.3ah стандарт).
 LLID (Logical Link Identifier) – 2 байт, EPON түйіннің жеке идентификаторын көрсетеді.

Кадрлар PON шыққанда кадр преамбулалары стандартты формаға айналады. Мысалға тура ағындарда PON кіретін әрбір 802.3 кадрдың преамбуласын OLT модификациялай алады. Ол преамбулаға LLID тіркеледі. ONT түйін регистрацияланған соң тек LLID өз LLID сәйкес келетін кадрды ғана өңдейді.

- DA (Destination Address) – алты байтты, межеленген станциялардың MAC адресін көрсетеді. Ол жалғыз физикалы мекен жай (unicast), топты мекенжай (multicast) не кең тарататын мекен жай (broadcast) бола алуы мүмкін.

- SA (Source Address) – алты байтты, таратушы станцияның MAC адресін анықтайды.

- L/T (Length Type) – екі байттық, кадрлардың түрі не ұзындығы жайлы ақпаратты сақтайды.

- Мәлімет орны, айнымалық ұзындықты.

- PAD – кадрды минимал көлемге шейін толықтыруға қолданылатын кадрлар.

- FCS – төрт байтты, кадрлардың соңғы соммасы.

- opcode – екі байтты, басқаратын кадрдың түрін айқындайды.

Басқаратын кадрдың екі түрі болады: OLTда генерациялайтын GATE хабары мен ONTда генерациялайтын REPORT хабары.

- TS – төрт байтты, таратушының уақытша белгісін сақтай алады.

- message – қырық байттық, MPCP протокол жұмысын қамтамасыздандыратын жұмыстық мәліметті сақтайды [3].

APON негізделген MAC протокол үш негізгі міндетті атқарады:

- кері ағынның кезінде тасымалдаудың араларында коллизия жойылуы;

- кері ағында таратқыш жолақтардың таза, тиімді бөлінуі;

- Соңғы абоненттің сұранысымен ақпарат тасымалдау түрінің ең эффективті жолының таңдалуы.

APON - MAC протоколының сұраныс/рұқсат механизмдеріне негізделген. Осы механизмнің негізі қажетті жолаққа ONT жақтан сұранысты таратуда жатыр.

PON желісі жұмыс жасауында 3 рәсім орындалуы жатыр:

- OLT және әр ONT арақашықтығын анықтау;

- Барлық ONT синхронизациялау;

Әр ONT таралған оптикалы сигналдардың интенсивтілігін OLT - да қабылдауда табу.

Distance range - ONT-дан импульстік уақытты кешіктіруді анықтайды. Абоненттік түйінді таңбалау кезінде, кері ағындағы барлық синхрондарды жабу және соқтығысуды жою қажет. Ең бірінші OLT үшін жаңа ONT ақпаратын, қызмет нөмірін және ONT қызмет ұсынысын енгізеді. Содан кейін, PON желісіне қосылып, оны қуат көзіне қосқаннан кейін маршрутизатор қайталады. ONT қосылып, қосылған сайын OLT түйініне жазылған ONT жаңартылады. Ал станциялық құрылғы OLT арқылы жұмыс істеп тұрғанда, ауа айналымы бар айналмалы жүзбелі айлақ жүзу платформасы арқылы өтеді. OLT бекітілгенде, сигнал ONT-ге жіберіледі және қайта бағытталатын сигналды

күтуде. Нәтижесінде, сигналдың кері және артқа шығу уақыты мезгілде тізбеге қосылады. Содан кейін ONT керемет нәтижеге әкелді. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, ONT қажетті кідіріс белгілей алады. Бас станциядан қашықтығына қарай, батыруды турбиналық турбиналардың қосылуы айқын болады. Ұзақ жылдарда толқындар құлады. 20 км қашықтан ату үшін OLT үшін 0,2 мс қашықтықта орналасыңыз. Суасты құрылғылардың саны үлкен болса, реттеу маңызды қадам болып табылады, сондықтан ол ашылмалы терминалға уақыттық сериясын қосады. Түзету кезінде ақпарат басқа контейнерлік түтіктерден алынбайды [4].

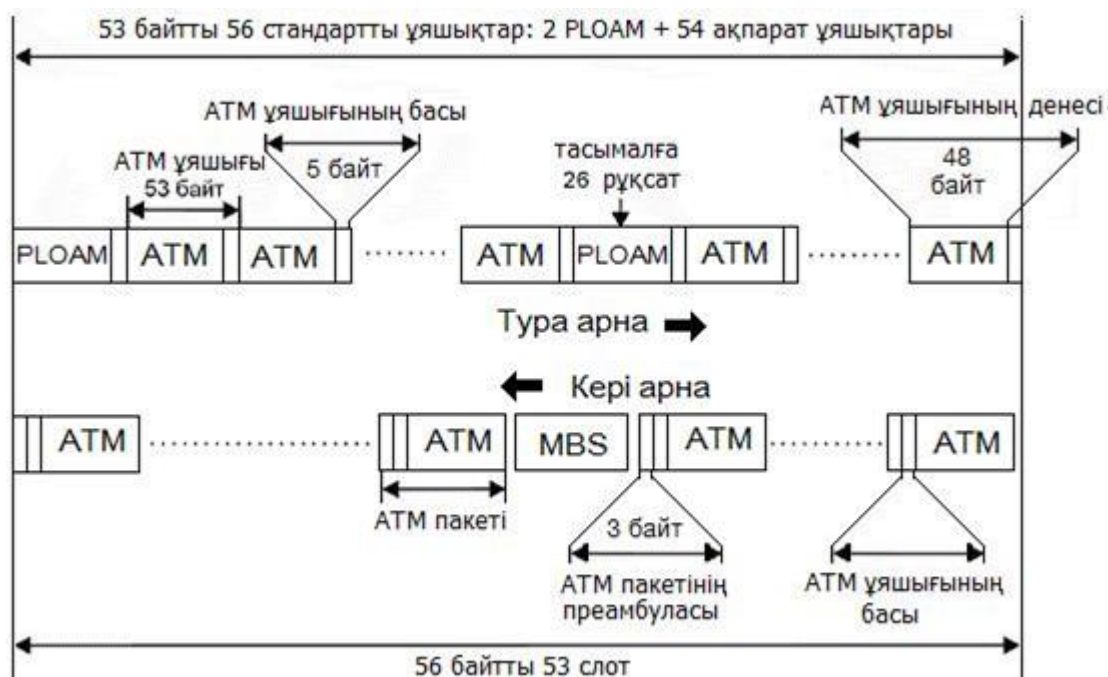
Қуат диапазоны - фотоқабылдағышқа сезгіштік қосу үшін фотоқабылдағыштың беру жылдамдығындағы өзгеріс. Біз айтқанымыздай, абоненттік терминал мен орта сызықты терминал арасындағы қашықтық сан алуан, сондықтан сигналдың әлсіреуі өте ұқсас. Алынған сигнал тым әлсіз немесе тым үлкен болады, және фотоқабылдағыш зақымдалған және жұмыс істейтін болады. Бұл жағдайдан шығудың екі жолы:

- ONT драйверлерін табу және қуатты басқару;
- OLT фотоқабылдағышындағы қосылым шегін анықтау және басқару.

Жасалған тәжірибе екінші жолдың сенімді әрі ыңғайлы екендігін дәлелдеді. Әрбір ATM өткен десте сайын бұл келтіру орындалып отырды. Ал абонентті терминалдың шығысындағы тексеріс синхронизациялау кезінде орындалып отырды.

Синхронизациялау немесе фазамен түзету – тура мен кері ағын үшін керек. ONT абоненттік түйіні инициализациялау басында синхронизацияланды, кейін OLT трафиктің TDM сай етіліп тоқтамай синхронизацияланып отырды. Бір сөзбен айтқанда ақпаратты синхронды түрде қабылдады. OLT орталық түйін керісінше ATM десетсінің әр қайтадан келу преамбуласына қарай синхронизацияланып отырды. Бұл тәсілмен қабылдау асинхрондық қабылдау деп аталды. Преамбуланың көлемі 64 бит. Кері ағында кіші көлемді ATM пакетнде преамбуланы сақтау өте тиімді емес болатын еді. Сол үшін PON технологияға жаңа CPA синхронизациялық әдістеме жасалып шықты. Бұл әдіспен қажетті синхронизацияны үш бит көлемімен іске асыруға болады.

Сұраныс/рұқсат механизмді басқаруға FSAN кері және тура ағын үшін PON кадры құрылысын анықтайды. Бұл ITU-T және G.983.1 ұсынысымен стандартталған. 1.3 суреттен симметриялы 155/155Мбит/с трафик режимінде PON кадрының форматын көре аламыз. Тура ағын кадры 56ATM ұяшықтан, оның әрқайсысы 53 байттан құрылады. Кері ағынның кадры 56 байтты 52 ATM пакеттерден және де 56 байтты бір MBS слоттан құрылады [5].



Сурет 1.3 – ITU G.983 кадрлар форматы – тура және кері ағынның кадрларының құрылысы

Негізгі тура ағындарды кеңейту таратуға сұраныстары бумаларымен (bursts) таратыла алады. Бумалар арнайы бір қызметі бар ATM ұяшығында жұмсалады да жұмыстың ұяшықтары және PLOAM физикалы деңгейіне қызмет көрсететін ұяшық деп аталады. Олар қатал түрлерде жүйелі ілеседі, 27 ақпаратты ұяшықтармен кезектесіп отырады. Бір PLOAM ұяшығында ONT ға арналған 26 рұқсат орналасады және оның әр бірі тек бөлек ATM пакетерін тасымалдай алады. Тура ағындар кадрында қалған соңғы 54 ұяшық ақпаратты тасымалдай алады, ал "сұраныстар/рұқсаттар" механизмінің жұмыстарында қатыспайды.

Ағындардың кері түрілернің мағынасы әр түрлі ONT-лардан жіберілетін бума (bursts) жиынтығымен түсіндіріле алады. Абоненттік түйіндер тек қана PLOAM ұяшықтарынан оқылып шығарылатын сәйкестік рұқсатты алғанынан соң, мәліметті тасымалдауды мүмкіндіктеріне ие болады. ONT-дан шығарылатын ақпараттар бумалары APON-да ATM пакетімен таратылады. ATM пакеті мен ұяшығы арасындағы жалғыз айырмашылықтар, ATM пакетінде 3 байттық преамбулалардың бар болғанында. Осы негізде, ATM пакетінің ұзындықтары жеке түрдегі - 56 байттық көлемін құрайды. Ақпараттар қабылдауларын синхронды түрлердегі тәртіппен преамбулалардың тура ағындағы ұяшығы үшін, жоғарыдағы айтылып кеткендей, қажеттілік емес болып қала алады. Преамбулалардың алғашқы екі биті оптикалық сигналы жоқ немесе пакетінің жабылу күйіндегі жойылуына әр түрлі ONT-ға арналғаны жеткілікті боп келеді – желідегі сигналды таратулардың уақытында шараларсыз кішкентай кідірістер топтары байқалып тұрады.

Мына мәселелерді ескеріп өтсек, ATM пакетінде тасымалдауларға

рұқсатты қажетті болады PLOAM ұяшығында енгізілген толық сандарды рұқсаттың созылыңқы уақыты ATM пакетінің санына сәйкес барлық ONT-дан таратылатындар болады. Не себепті PLOAM да 26 рұқсаттар орналасады? Деген сұраққа, екі PLOAM ұяшығы ATM-дік 52 пакеттің таратылуына ATM кадрларындағы кері ағындағы пакеттің санына байланысты рұқсатты жүргізе алады.

PON жүйелері егер де 32 абоненттерді түйіндерге есептелер болса, ондай жағдайдағы тек қана жүйелі түрдегі берілетін төрт MBS-тен өтіп жасай алады. Бүкіл 32 ONT-ды тасымалдауға сұраныстар туралы өз мәліметтерін тасымалдау циклді түрде құрастыра алады. 64 ONT-ы бар жүйеде, цикл сегіз MBS слотынан түзіледі. 155 Мбит/с жылдамдықтарында бір кадрларды тасымалдау үшін 0,15 мс уақыттар жұмсалады. 32 ONT болғанда циклді тасымалдаулар үшін 0,6 мс керек болады. Басқаша айтатын болсақ, ONT әр 0,6 мс уақыт сайын мини-пакетті жібереді, олар мәлімет тасымалдауға қызметтер сауалдар жібереді. Оның шығатын буферлерінде тасымалдаушыға арналған кезек құрылғанға ONT сауал жіберіледі. PLOAM ұяшықтарындағы рұқсаттар алуларынан кейін ғана ONT мәліметті тарата алатындықтан, ондағы буферінде кезектердің қабылдаушы уақыттарының максималдық мәнін, ал ол тасымалдауның бастапқы уақыттарын табу үшін циклдардың уақытында 0,6 мс RTT екілі жолының кідірісін қосу керек (радиустары 20км болатын желілерге арналған RTT 0,2 мс-ті құрайды), нәтижелерінде ол 0,8 мс боп шығады. Шыққан мәндерге OLT мен ONT-ның аппаратуралы кідірістерін қосуға болады [6].

MBS минислоттары 4 өрістерден тұрады: (әр слоттар 3 байтқа тең) преамбуладан, ATM-дерінің пакетіне ұқсайтын преамбулалардан; VBR, ABR/GFR арнайы екі өрісінен және, 8, 16 битті ұзындығының жолақтары мен өріс CRC (8 битті) бақылаудың сомаларына екі үлге лайықты сауалдан тұрады.

1.4 Мәселенің қойылымы

Қазіргі активті оптикалы желілердің (PON) дамуларының аса маңызды уақыттары кедергілкрінің негізгі себептері аппаратура мен жұмыстың үлкен құнын және мультисервисті, кеңжолақты ағын шешімге жеткіліксіз сұраныстар болып келеді. Сонымен бірге, оптикалы модемдердің негізіндегі «нүкте – нүкте» топологияларында абоненттік желісінің құрылысы мен алуан конверторлерімен салыстырулар нәтижесінде операторлардың жағынан PON желісін құруы қажетті болады. Ал жобаларға жауап беретін қолдану және жобалауына ерекше көңіл бөлу керек. Оның себептері PON желілісі бұтақтары көп нүктелік сияқты құрылымдар болып, бір оптикалы талшыққа ондаған абоненттің келуі, байланыс сақтауды қамтамасыз етуін операторларға ең маңызды мақсаттың біреуі болып табыла алады. Бірақ кең жолақты қызметке сұраныстың артулары өлшемімен және абонентті талшық-оптикалық желінің инфра құрылымы дамуларының операторға оптикалық қосудың ықшамдау

қажеттіліктері пайда болады. Ол үшін PON технологиялары жақсы келеді. Пайдаланушылық трафикті тапсыруларды - түр мүмкіншіліктері (E1, Ethernet, IP) және магистральдік желілерге қосуға арналған дәстүрлік интерфейстердің бар болуын (Ethernet, ATM және SDH) олардың қолданысындағы желілеріне PON жылдам интегралдауы операторға рұқсат етеді. Бұрын PON жабдықтаулары ұсынысты кішкене компаниясы негізінде - өндірушімен жасаса, ал қазыр болашақ технологиясы болатынына айқын, ірі өндірушілердің көпшіліктері, арнаулы жұмыстарға байланыс операторына өз шешімін ұсыныстары GPON, EPON және BPON технологиясы негізінде болды.

Сонымен бір неше негіздемені келтірейік:

- магистральді желінің құруына, тасымалдау жылдамдығы өсу шегіне байланыстарды арналған оптикалы талшық жақсы орта болады, оған бірдей болмайды, сонымен бірге, кішкене диаметрлі қатынаушы желілері;

- тараулануды пассивті түйіні желі сенімділіктерін жоғарылатуларға маңызды рұқсат етіледі, олар орталық кеңселер мен абонентті түйін арасындағы белсенділік элементтерді жоя алады;

- FTTH ең жетілденген концепциялары (талшықты пәтерге дейін) әрбір абоненттер терминалды қыла алады;

- талшықтардың гигантты өткізуші қабілеттілігіне байланысты үйлесімді шешімдеге жетеді, бір талшықты, орталық түйіндерінен немесе басқаша қатысушы нүктесі (Point-Of-Presence) абоненттің жиынына тармақталады. Ал талшықты-оптикалық кабелдік жүйелер құрылысы және оның сүйемелдеулеріне шығындар кемітеді.

PON және DWDM технологиясының негізіндегі шешімдер техникалы жағынан осы сұранысқа лайықты келеді. Құн жағынан қарағанда PON технологиялары бастапқы екі толқындар ұзындығымен (1550(1490) нм, 1310 нм) негізгі тартымдылықтарын көрсетеді.

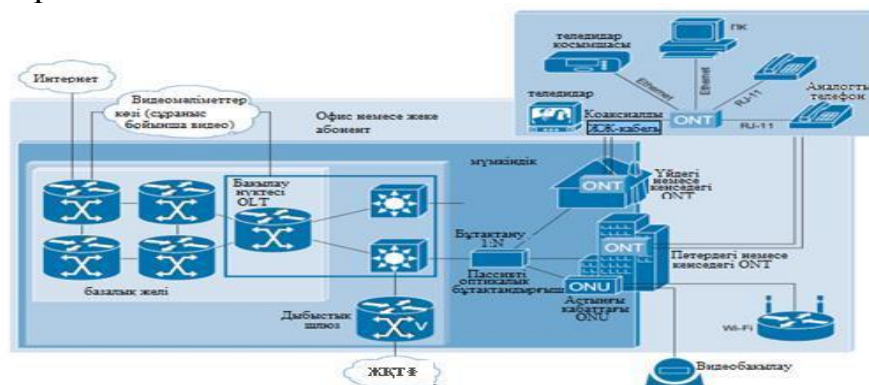
Біздің пассивтік оптикалы желі PON негізіндегі архитектураларын қолданғанда талшықтық оптикалы жол абоненттеріне пассивті оптикалық тармақтағыштар арқылы тарайды. 1.4 суретте пассивтік оптикалы желі PON бейнеленген. Онда түрлі оптикалы желі терминаторы (optical network termination, ONT) немесе оптикалы желі құрылғысы (optical network unit, ONU) пайдаланылған. ONT бөлек ақырғы қолданушысымен қолдану үшін арналады. ONU құрылғылары әдетте төменгі қабаттарда немесе жертөлелерде бөлмеде орналасып, қолданушы топтарымен қоса қолданылады. Дауыстар сервистер, ақпарат тасымалдаушы қызметі немесе видео ONU-дан не ONT-дан абоненттерге дейін абонет бөлмесінде кабель арқылы жіберіледі.

PON технологиясының негізгі қасиеті бірнеше түрлерге бөлінеді:

- 1 оптикалы талшық өткізу жолақтары нәтижелі пайдаланылады;
- желілер пассивті талшықты тараулануымен салынады;
- PON - мультисервисті желілері;
- өткізу жолақтарының динамикалы таратуы;
- метро-DWDM желілеріне табиғи дамулары;
- барлығы мен бөлек абоненті үшін сақтау мүмкіншіліктері;

- PON желісіне Интернетке мүмкіндікті беруші мекеменің магистралдық желінің бұтақтарына қосылу мүмкіндіктері, сонда “соңғы апталардың” концепциялары “бірінші аптаның” концепцияларына айналады.

XX ғасырдың сексенінші жылының телекоммуникацияда жоғары сапалы қызметке пайдаланушының жағынан сәйкес сұраныстар артуына үміттеніп кең жолақтық желісінің инфрақұрылымды қарқынды даму тенденциялары ашық байқалып отыр. Отыз жылдай уақыт кетті, сол сұраныстарға сай технологиялар жасалып шығарылып келеді.



Сурет 1.4 –PON архитектуралары

Тұтынушылардың сұранысына сәйкестік инфрақұрылымдары шешімдері жасалды, ол кең жолақты қызметті ұсыну арқылы абонентті қажеттілігімен қамтамасыздандырулар - «соңғы миляны» ұту. Бүгінгі күнде мамандар мойындап отыр, PON - саналы технологиясы «соңғы апталардың» оптикасы бойынша, және сәйкес шешім жиыны сұраныстың бірінен ұлғаюын 2005-2008 жылдың аралығына болжап отыр.

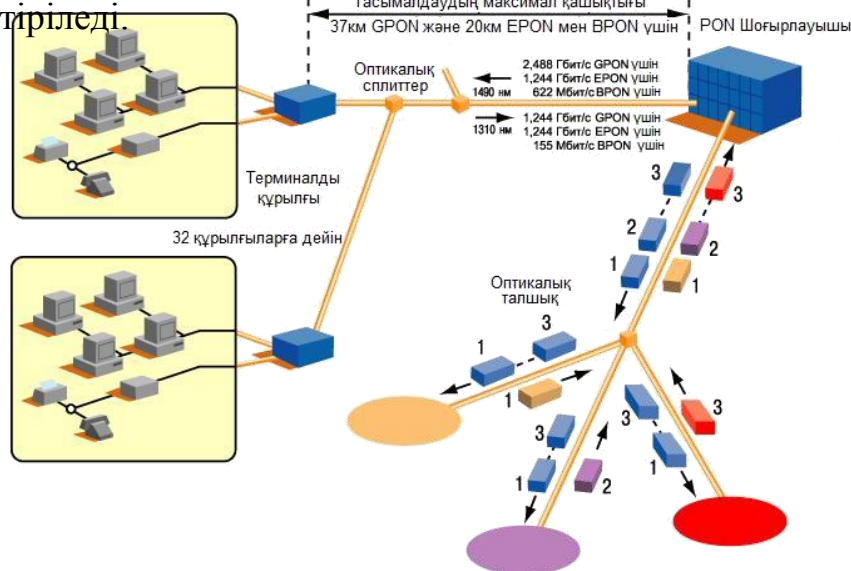
Пассивті PON технологияларының түпкі мағыналары мынада - орталық түйіндер мен алыстатылған абоненттердің түйіндері арасындағы бұтақты топологиялары толық пассивті оптикалы желілер жасалады. Аралық түйін арасында пассивті оптикалы таратқыштар (сплиттерлер) орналасады - кішігірім құрылғылар, қоректенулер мен қызмет етулерді талап етпейтіндер [7].

Пассивті PON желісінің қасиеттері. Пассивті желіге тән ерекше қасиеттері:

- бір талшықтың бойымен бұтақты сәулелтті тасымалдауды бір-біріне екі типті толқын ұзындығында: 1550 нм (орталық түйіндерінен абоненттерге, төменге түсетін ағындар) және 1310 нм (абоненттен орталық түйінге, жоғарғы шығатын ағындар);
- аралық түйіндер араларында пассивті оптикалы таратқыштар (сплиттерлер) орналасады;
- TDMA қатынаушы әдісті қолдануы абонент арасында өткізу жолақтарын оңай өзгертулерге мүмкіндік бере алады;
- орталық түйіндерден (OLT) бір талшықтарға 32 абонентті түйінді (ONT) қосуға бола алады;

- барынша көп қашықтаушы 20км құрайды.

Пассивті PON желілерінің бір ғана сегменттері 32 абонентті түйіндерді қамтып, таралуы радиусы 20км-ге дейін жете алады. Онымен бірге, оператор жақтан PON желілерін құруды керекті кезде қолданулар және жобалануларына айрықша көңілдер бөлу керек, оптикалық модемнің негізіндегі «нүкте – нүкте» абонентті желілерінің құрылыстары немесе әр түрлі конверторымен салыстырған кездегі. Егер PON жүйесі 32 абонентті түйіндеріне есептелсе, онда жүйелі берілген төрт MBS-те кейін тек қана істейді барлық 32 ONT тасымалдарға сауалдар туралы өз мәлімдеу тасымалдаушы циклді құрастырады. PON желісі ағаш сияқты құрылымдарды болып, бір оптикалы талшыққа ондаған абоненттің келуі, байланыс сақтауын қамтамасыз етуін операға ең маңызды мақсаттың біреуі болып табыла алады. Барлық абонентті түйіндер терминалдарды болып келеді, яғни біреулері сөнсе не істен шықса қалған түйіннің жұмысқа ешбір әсері етпейді. Әрбір абонентті түйін әдеттегілер тұрғын үйлерге не кеңсе ғимаратарында есептелген, және ол жүзден аса абонент тобын қамтый ала алады, 10/100BaseT интерфейсті және 20 дейін E1 ағындары қамтамасыз етіледі. Пассивті желілердің негізгі архитектурасы 1.5 суретте келтіріледі.



Сурет 1.5 – PON желілердің сәулеті

Оптикалы желіде абонентке мәлімет жіберіп, олар жіберген мәліметті қабылдауы үшін тура, кері арналар пайдаланады. Екі жақтағы жіберілетін ағын екі түрлі толқындар ұзындықтарымен жүреді.

Кері ағындар 1490 нм не 1550 нанометр толқындар ұзындықтарында жүреді және жылдамдықтары 1 Гбит/с бола алады (сомасында бүкіл абоненттерге). Тура ағында 1310 нанометрге толқын қолданылып, олардың жылдамдықтары 1 Гбит/с қа тең.

EFMA одақатры және EFM комиссиялары бір-бірін толықтыра алады және стандарттардың үстінде тар жұмыс жасайды. Егер EFM техникалық сұраққа IEEE стандарттар рамкаларында көбірек шоғырланғанда, ал EFMA жаңа технологиясын қолдану өнеркәсіптік және сауда аспектісін айрықша оқиды.

1.1 кестеде APON (BPON), EPON және GPON сипаттамалары салыстырылған

Кесте 1.1– EPON, APON (BPON) және GPON сипаттамасы

Сипаттамалар	G-PON	E-PON	A-PON (BPON)
Сертификаттау және Стандарттау институттары / бірлестіктер	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA	ITU-T SG15 / FSAN
Стандарттың жарияланған күні	Қазан 03	Шілде 04	Қазан 08
Стандарттың атауы	ITU-T G.984.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.981.x
Тарату жылдамдықтары, тура және кері ағын үшін, Мбит/с	1244/155,622, 1244 2488/6 22,1244,2488	1000/1000	155/155 622/155 622/622
Хаттамалар	SDH	Ethernet	ATM
Сызықты кодалау	NRZ	8B/10B	NRZ
Желі радиусының Максималды мәні, км	20	20 (>30 ¹)	20
Бір талшықта орналасатын абоненттік түйіндер	64 (128 ²)	32	32
FEC қателерді түзеу	қажет	жоқ	жасалуда
Тура/кері ағындардың толқындарының ұзындығы, нм	1550/1310	1550/1310	1550/1310
Жолақтың динамикалық таралуы	(1480/1310) иә	(1310/1310) жоқ	(1480/1310) иә
IP-фрагментациялау	иә	жоқ	иә

IEEE 802.3 ah комиссиялары желіге қатынауға арналған шешімді үш түрлі тиісті стандарттары бар:

- EFMC (EFM copper) «нүкте – нүкте» мыстың есулік қос сымды шешімі. Қазіргі кезде бұл стандартпен жұмыс жасалмайды. Екі баламалардан, екеуінің араларында негізгі күрес болғанда - (ADSL+және G.SHDSL) G.SHDSL біреулерінің пайдасына таңдауы істелген болады;

- EFMF (EFM fiber) негізі талшықтармен қосылып салынатын “нүкте - нүкте” шешімі. Әр түрлі түрлерді стандарттауларға тура келеді: “бірдей толқын ұзындығындағы бір талшыққа дуплексті”, “әр түрлі толқын ұзындықтарындағы бір талшыққа дуплексті”, “талшықтың буындары бойынша дуплексті”, оптикалықты қабылдап таратқыштың жаңа түрі. Ұқсас шешімдерін бірнеше жылдан беркелкі бірқатар компаниясымен “proprietary” секілді ұсыныстар жасайды. Оларды стандарттауларға уақыт келеді;

- EFMP (EFM PON) - негізгі талшықтармен қосылып салынатын “нүкте – көп нүкте” шешімдері. Бұл шешімдері, мәндері бойынша APON-ға қарама-қарсы баламасымен, EPON дегенге ұқсас етеді [8].

GPONITU-T G.704.1 GFP (generic framing protocol, кадрының жалпы хаттамалары) стандартына негізделетін, инкапсуляцияны қамтамасыздандыра синхрондау транспортты сервис хаттамасы - үлгісінің, оның ішінде TDM көрсетеді. 1.2 кестелерде – пассивті оптикалы желілердің стандартының тізімі келтіріледі.

1.2 Кесте – PON стандартының тізідері

Стандарт	Қабылдау мерзімі	Аталуы
G.983.1	10.98	Breadband optical access systems based en PEN
G.983.1.amd 1	12.01	Breadband optical access systems based en Passive PEN
G.983.2	4.03	ENT management and centrel interface specification fer ATM PEN
G.983.2	5.02	ENT management and centrel interface specification fer B-PEN
G.983.3	4.01	A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allegatien ENT management and centrel interface specification fer B-PEN
G.983.3.amd 1	7.02	A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allegatien ENT management and centrel interface specification fer B-PEN
G.983.4	12.01	A broadband optical access system with increased service capability using Dynamic Bandwidth Assignment
G.983.6	5.02	ENT management and centrel interface specifications fer B-PEN system with

Осылайша PON желлерінің өткізуші жолақтарының ұлғаюларымен және әртүрлі мультисервисті қолданбалының тасымалдау тиімділігі артты. GPON 622 Мбит/с тен 2,5 Гбит/с дейінгі тасымалдаушы жылдамдығында кадрдың құрылымының оңай масштабталуларына мүмкіндік береді, және PON ағаштарында тура және кері ағындарда бірдей тасымалдаушы жылдамдықтармен және дәл осылай әр түрлілерімен де, жасайтын жүйелерді рұқсат етеді.

Gigabit GPON технологиялары. GPON (Gigabit PON) қатынаушы желілерінің сәулеттері APON технологияларының органикалы жалғасы сияқты анықтап көруге болады. Нақты EFMA одақтары және EFM комиссиялары бір-бірін толықтыра алады және стандарттардың үстінде тар жұмыс жасайды.

Бұл кесте соңғы жылдар ішіндегі бірнеше ITU-T ұсынысы EPON, APON және GPON стандартын байланысы жасалды.

GPON және EPON салыстырғанда, EPON кадр құрылымдары қарапайым Ethernet кадрлары арқылы жасалады, көптеген стандарттарымен сәйкестелмейді (мысалы, TDM). Оған қарама-қайшы GPON кадрлар құрылымы кіреді.

Сонымен, GPON пассивтік оптикалы желісі, Ethernet құрылғысымен және талшы-оптикалы инфрақұрылымдарымен келесі буынды қатынаушы желісі ретінде ең тиімдірек болып есептелінеді [9].

1.5 GPON-ның техникалық көрсеткіші

Қазіргі уақытта, негізінен PON технологиясының үш түрі бар, олар - EPON, GPON және APON/BPON. BPON жабдықтауларымен – GPON жүйесінің кері сәйкестіктерінің талап етпеуі шешілген, себебі, ол қосымшалар шек қойды, қойылған мақсатқа жетуге кедергі болады. Әйткенімен, GPON жүйелерінде BPON стандарттарынан біраз нәрселер өзгерткен жоқ: ара қашықтықтың схемалары өлшеуі өзгермеді (масштабтау), өткізу жолақ динамикалы таратуы (DBA), басқару интерфейсі (OMCI) және абонентті түйінді бақылау (ONT). GPON-ның қасиеті:

- GPON-ға жаңа абонентті қосу үшін «инкапсуляциялардың гигабиттік режимдері» GEM қолданылады;
- симметриялық және антисимметриялық жылдамдықты сүйеу (жоғарғы шығатын және төменгі түсетін ағындарда);
- бір толқын ұзындықтағы 256 логикалық ONT сүйеулері;
- жоғары шығатын ағындарда өткізу жолақтарының тарату механизмдері төмен түсетін ағындардың маркерлері арқасында (көрсеткіші);
- ONT қорғау битінің өзгеру сандары;
- ONT автоматтық және периодтық табылудың жаңа тәсілдері;
- ONT терезесінде дрейфті табылуының автоматтық масштабталулары;

- AES алгоритмдері арқасында әр бір ONT қосылысты қорғанышы;
- Әр түрлі күй жағдайлардың үлкен сандары және абонентті түйіннің (ONT) есептеулі нәтижелерінің орталыққа (OLT) жіберілулері;
- OAM бөлінген каналы;
- келісімдерді бақылау қызметтерінің деңгейі (SLA - ServiceLevelAgreement) әр бір каналда өткізу жолақтарының таралуы.

PON қатынауларының таратушылары желісі түйіндегі пассивтік оптикалы сплиттер бар бұтақ тәрізді талшықты кабельдерді архитектура негізінде құрылған. PON архитектуралары абоненттің сұрауына байланысты желілердегі түйінді және өткізу жолақтарын өсіруге қажетті тиімділіктермен қамтамасыз етілген.

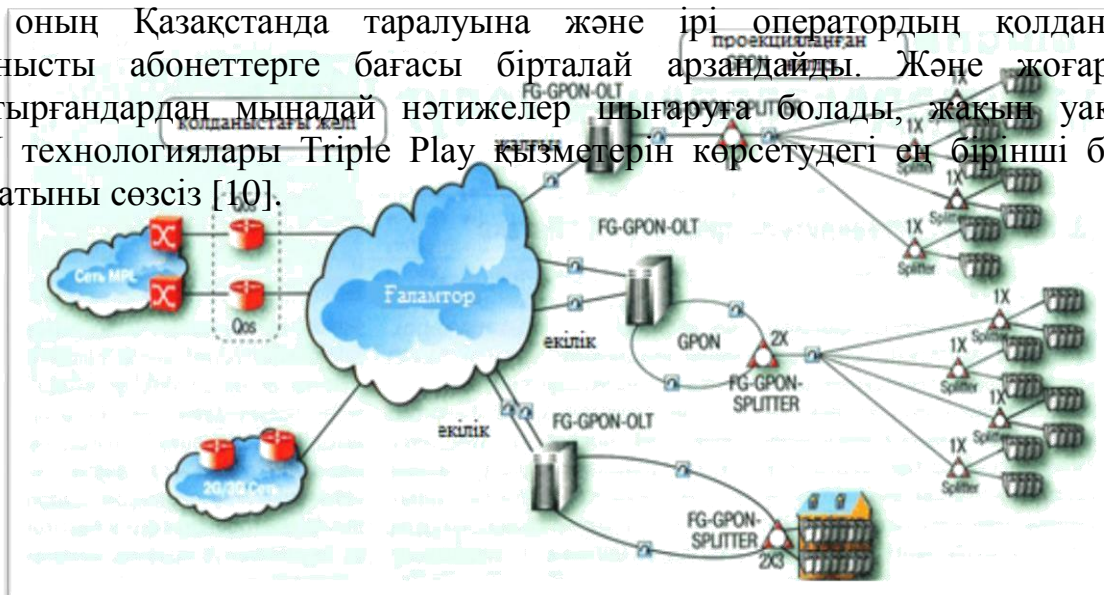
PON-ның 2 негізгі технологияларын бөліп көрсетуге болады – GPON және EPON. Олардың негізгі айырмашылықтары архитектураның базалық протоколдарында: GPON үшін – SDH, ал EPON үшін –Ethernet. Одан басқа GPON технологияларының өткізу жолақтары симметриялы емес (төмен түсушілер ағыны – 2,488 Гбит/с, жоғарғы шығушы ағындары – 1,244 Гбит/с). EPON технологиялары үшін өткізуші жолақтары симметриялы – 1,244 Гбит/с. Тасымалдауларды басқару деңгейін құрады (TC layer). GPON-жүйелерінде тасымалдауды басқару деңгейі құрылымы бейнеленген. GTC деңгейлері екі астыңғы деңгейлерден түзеледі: GTC кадрының құру астыңғы деңгейлерінен және астыңғы деңгейлердің TC бейімделуінен. Басқа жағынан, GTC бақылау және басқару жазықтықтарынан түзеледі, абоненттің трафик ағынымен, қауіпсіздіктер және OAM функцияларымен басқарылады, және пайдаланушының жазықтығымен, абонентті трафиктер тапсырады. GTC кадрының құру астыңғы деңгейі түзеледі, ATM учаскесілерінен, OAM ішіне салынатын учаскелерден және OAM физикалы деңгейлерінен (PLOAM) сәйкестіктері сапар ретімен GTC кадрлерімен ATM, GFP учаскесіндегі SDU (жұмысшы мәлімет блоктары) кәдімгі PDU (хаттамалы мәлімет блоктары) бейімделінген ATM, GEM деңгейі астыңғы ауысулар.

GTC кадрының құруы астыңғы деңгейлері үшін барлық тасымалданылған мәліметтер толық жетімдері болуы керек. Бұлардың OLT орталы түйінінде астыңғы деңгейіндегі құқығы, барлық ONT астыңғы деңгейімен бірдей. GPON - жүйесі жоғарғы шығатын трафикті үшін орталарға рұқсат бақылауларын қамтамасыздандырады. Ең бастысы концепциялар төмен түсетін ағындарда кадрлар рұқсат етілетін жайларды көрсетулер үшін төмен түсетін ағындарда кадрлармен ағын жоғарғы шығатын, үйлестірілетін кадрларда трафиктер жоғары шығады.

OLT көрсеткішті (маркерді) PCBd жібереді, ол маркерлер уақытты бейнелейді, әрбір ONT жоғарыда көтерілетін ағындарға тасымалдаушы бастай және аяқтай алады. Сондай тәсілдермен, бір ONT қашан болса да орталарға рұқсатты ала алады, және даулар нормалары жұмыста көрінбейді. Көрсеткіштер байттың одақтарына беріледі, OLT-ға орталармен басқаруға рұқсат өткізу нәтижелі статикалы жолақтарына секундына 64 кбайт тең.

PON-дарның бір ғана кемшілігі құрылғының қымбат бағасында, бірақ

қазір оның Қазақстанда таралуына және ірі оператордың қолдануына байланысты абонеттерге бағасы бірталай арзандайды. Және жоғарғыда қарастырғандардан мынадай нәтижелер шығарта болады, жақын уақытта GPON технологиялары Triple Play қызметерін көрсетудегі ең бірінші болып табылатыны сөзсіз [10].



Сурет 1.6 – PON желілерінің құрылымдық сұлбасы

Төмен түсетін ағындардың кадрлар құрылымы. Тәуелділөктер сыртында кадрлар ұзақтығы 125 мксті құрайды желінің өткізу қабілеттілігі (1,244 Гбит/с не 2,488 Гбит/с) төменгі түсетін ағындар болады. Сайып келгендегі, кадрлар 1,244 Гбит/с жылдамдықтарында 19440 байтты құрай алады, 2,488 Гбит/с жылдамдықтарында - 38880 байттан тұра алады. Бір кадрдағы PCVd ұзындығы таратуда одақтарының сандарынан екеуінің жылдамдығы үшін бірдей және тәуелді бола алады (бір анықтатушысы Allocation-ID бар) [11,12].

Жоғарғы шығатын ағындардың кадр тасымалдаушы барлық жылдамдығына арналған бірдей құрылымдар болады. Бір немесе бір неше ONT-дан тасымалданатын мәліметтер жиынтығы әр кадрды қамтиды. Өткізу жолақтарының кестесі осы жиынның таратуын анықтай алады. Басқарушымен сәйкес таратулар әрбір дәуір уақыттары, өткізу жолақтың кестесі индикатордың өрісі арқасында OLT басқарылады, ONT 3 үлгілерге дейін PON-бастамасын және пайдаланушылы мәліметтер жібереді. Бастамалар болады:

- жоғарғы шығатындар ағынның физикалы деңгей (PLOu) бастамалары;
- жоғарғы шығатындар ағында (PLOAMu) қолдануы, әкімшілік ету және басқарулар;
- PLOAM хабарларна кіретін 13 - байтты өрістері;
- жоғарғы шығатын ағындар өткізу жолағы динамикасы (DBRu) туралы есептеулер нәтижесі DBA үшін OLT орталықты түйінімен қолданылады өткізу жолағы динамикалы күй-жағдай туралы есептейді.

GPON-да активтендірулері процедурасы күй-жағдайынды бейнелі түсіндіреді, активтендіру процессі ішінде болатынды ONT:

- ONT PON-дардың жұмысшы параметрін алады;
- OLT талаптарымен сәйкес мәліметтерді тасымалдауға арналатын ONT оптикалы қуаттылық деңгейін жөндей алады [13];

- OLT жаңадан қосылатын ONT-ның сериялы нөмірдерін анықтайды;
- OLT барлық жаңалардан қосылған ONT-дың ONT-ID анықтаушысын тағайындай алады;

- OLT жаңасымен ONT ара қашықтықтарын өлшейді және жаңа абоненттік түйінге арналған кідірісті тағайындайды;

- ONT сағаттың бастан санап шығулары (импульстер синхронизациялануы) сәйкестікте жоғарғы шығатын ағындардың кадрларына арналатын өзін түзететін кідірісті жөндейді;

- GEM - инкапсуляциялар әдісі.

OLT-ға қойылатын талап [13].

Түрлі қызметтің абоненттеріне жеткізуді жүзеге асыруға, қажеттіні операторға арналған, және өткізу жолақтарын нәтижелі қолдануларға рұқсат ету басталады. Пассивті оптикалы желілеріне GPONда G.7041 инкапсуляция әдісі қолданылады. GFP стандарттары ANSI аккредитациялары T1X1 комиссия астысы пайдаланылады, қайсысы стандарттың финалдық болжамамын жасау ITU-T бірге жұмыс жасауды шешті. GFP G.7041 ITU-T ұсынысы деп ресми стандартталатын болатын. Бүгінгі күндерге таман, үш негізгі PON технологиясы бар, олар - GPON, EPON және APON/BPON

GPON инкапсуляциялау әдісі немесе GEM, транспортты желімен оның тасымалдауларына арналған жоғарғы жатқан деңгейдің клиенттік трафик өзгертулер негіздік механизмы қамтамасыздандыра алады. Транспортты желі кез келген типті болуы мүмкін: G.709 ITU-T, SONET/SDH ал нағыз түрі GPON.

Абоненттердің сигналдары пакеттері (IP/PPPoE не Ethernet MAC), ағынның тұрақты жылдамдықтарымен және басқалары түрінде келе алады.

Аталған GEM кадрының инкапсуляциясына иілгіш құрылымдарын қамтамасыздандырады, кадрды тұрақты сияқты және өзгерткіш ұзындықта сүйей алады. GEM бастамалардың қателерін дұрыстау әдістерінің (HEC) бір түрін қолдана алады, негізі өзін-өзі шектеулерінде салынған. Өзгергіш ұзындықтарды PDUs орналастыруы үшін, GEM - кадр бастамасына пайдалы жүкті тиеу ұзындықтарға айқын индикаторын орналастыра бастай алады. Сайып келгенде GEM PDU тұрақты мөлшерлері болады (TDM - канал қамсыздандыруы үшін), немесе ұзындықтармен, кадрдан кадрларға өзгерілетін (инкапсуляцияланған PDU-ны жәй шығаруларды қамсыздандыруы үшін). Дәл осы сияқты, GEM синхрондау транспортты желімен әртүрлі қызметтердің жеткізуі нәтижелі және қарапайым негізді механизмы қамтамасыздандыра алады, ол GPON TC деңгейлеріне арналған негіздер болады. Сонымен бірге, GEM-ді қолдану, GPON TC деңгейлі табиғаты жақтарынан синхронды болады және SONET 8кГц (125 мкс) кадрды қолданады. TDM - қызметті тура сүйеуге

рұқсатты [14, 15].

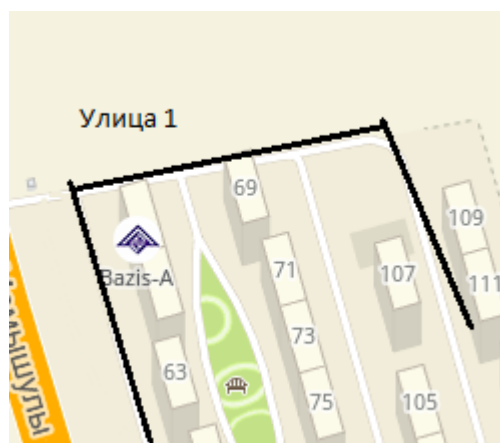
Алғашқы түрі - PON мыс тармағымен. Жоғарғы жылдамдықтарды пассивті оптикалы желі GPON технологиясын пайдаланғанда талшықтық оптикалы байланыстың түйіндеріндегі дарасызқтық оптикалы терминалдары бар (OLT) көптеген үйді байланыстырады. 1-ші желілі талшықтық кабель қосылатын құрылыстар тобына жақын және сигналды бөлу үшін пассивтік оптикалы тармақтағыштар қолданылады.

Пассивтік оптикалы желі құрғанда оптикалы кабельдерді дұрыс ұстау тиіс. Кварц өте нәзік болады майысу бұрышы нормалардан асқан жағдайда кварцтарда кішкентай сынық пайда болады. Ол сынықтар өзекшелердегі лазерді дұрыс шағылыстырмайды таралу жылдамдықтары өте төмен болып қалады. Ол өз кезектерінде тұтынушыларға жоғарғы жылдамдықты интернет берулердің алдын тыйады.

Соңғы қосылушы түрі «нүкте-нүкте» (Point to point). Қосылу түрінде мекеменің әрқайсысы жеке талшықтардың байланыс түйіндерімен жалғасады. Ethernet коммутациясы осы байланысулар түйінінде бірден көптеген абонентке трафиктің агрегациялануларын қамтамасыз ете алады.

2 Дипломдық жұмыстағы қолданылатын құрылғылар

Бұл жұмыстың мақсаты болып, Алатау ауданы Алмалы ықшам ауданында GPON желілерін жобалау болып табылады.



Сурет 2.1 – GPON желілерін құруға бөлінетін аймақтар

Осы жұмысынта келесі тапсырмаларды орындалымыз керек:

- құрылғыны таңдау;
- тұтынушы сұраныстарын қанағаттандыру;
- PON технологияларын енгізу;
- Желі өшулігін есептеу;

Аудан тұрғындары Алматы қаласының тұрмысы жоғарғы тобынан болса, мөлтек ауданның өзі қаладағы элиталы бөліктердің бірі боп саналады. Бұл мәліметтер болашақта құрылатын желінің рентабелі болуының алғы шарты болып есептелінеді.

Алға қойылған міндетті орындауға құрылғыны 630 адамға қызмет көрсететін, және қосымша қызметті ұсына алатын жаңа аппаратуралар таңдалуы тиіс. Станциялар мен абоненттер арасындағы өшулік есептеліп, сплиттерлік бөліну орнатылуы керек. Аппаратуралар мен құрылғының, сондай ақ жұмыстың шығындарын есептеп, қорытынды жасау керек.

2.1 Желіні жобалау және құрылғыны таңдау

Негізгі бас станцияларды жобалау (БС). Желілер жұмыс істейтін технологиялар таңдалып алынған кейін, тікелей желілер құрастыруға, құрал-жабдық пен сым желісін таңдауға және іс-құжатты әзірлеуге көшеміз. Жобалардың орындалу нәтижесінде әр бір тұтынушы цифрлық теледидар, Интернет және IP-телефониялар қызметін алуы тиіс.

Алдымен бас станциялардың жобасын жасап алу керек. Ол үшін станциялардың қандай қызметтер атқаратынын анықтауымыз керек:

- мемлекеттік және халықаралық арналарды спутникті тарелкаларынан қабылдап, сандық қалыптарға келтіру. Спутниктік арналарының IP-желілеріне трансляциялау үшін олардың шартты рұқсаттарының кодировкаларын алып тастауымыз тиіс және DVB-IP шлюзіне IP-желісіне жіберуіміз керек [16];

- трафиктерді желі ішінде және тұтынушыларға әрі қарай таратулар үшін X провайдеріне Интернетке кіру мүмкіндіктерін алу;

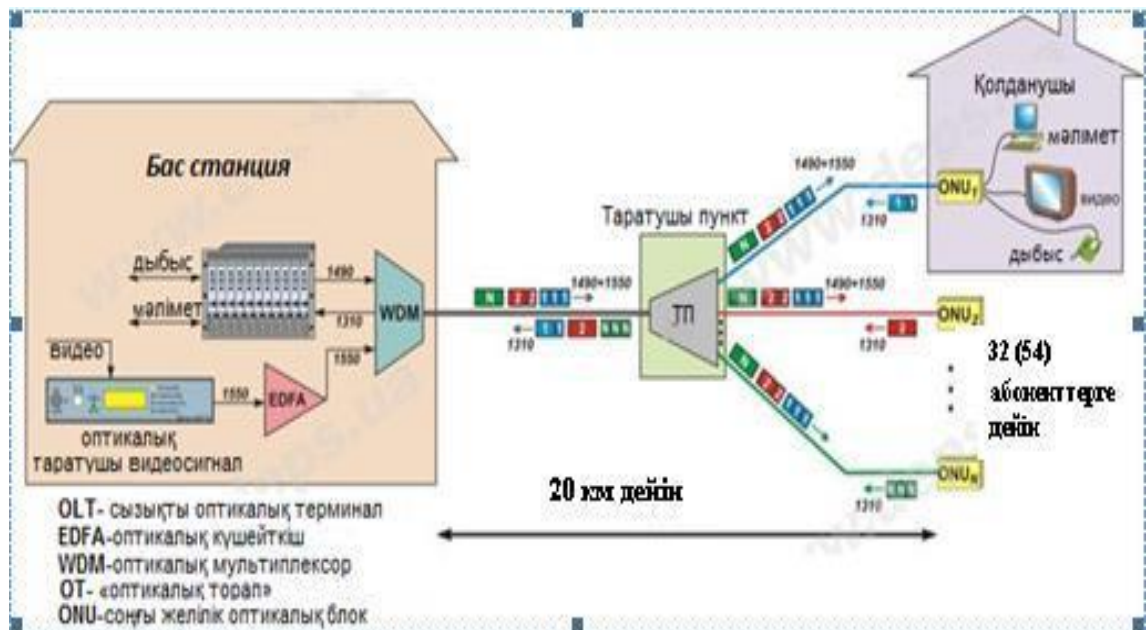
- Қазақтелекомның бөлінетін ISDN арналарын әрі қарай телефон нөмірін тарату және телефонияларды VoIP сандық қалыптарға келтіруімен қабылдау;

- тұтынушыларға арналған әуендері, фильмдері, ойындары және т.б. бар сервердің оңтайлы жұмыстарын ұйымдастыру [17];

- тұтынушыны, олардың биллингтерімен ұйымдастырылған бағдарламалы басқару, компаниялар ұсынған қызметке кететін шығындарды есептеу.

2.2 суретте бас станциялар мен пассивтік желілернің архитектурасы келтірілген.

Қатынау желісі үшін PON (PassiveOpticalNetwork) ең бір танымал оптикалы технологиялардың бірі боп табылады. Оның мақсаты минималдық капиталды шығын жұмсай кең өткізу мүмкіндіктерімен қатынау желілерін құру боп табылады. Оның шешімдері активті компонентсіз тармақталатын желі құру – пассивті оптикалы тармақтағыштың көмегімен. Барлық қолданушыға информация бір уақытта арнаның уақыттық бөлінулерімен бас станциялардан – оптикалы сызықтық терминалдардың (OLT, Optical Line Terminal) – ақырғы оптикалы желілік блоктарына (ONU, Optical Network Unit) дейін. Таратулар мен қабылдаулар екі бағытта бір оптикалы талшықтар бойымен, әртүрлі толқын ұзындықтарында жүреді. Тура ағындарда (абоненттен станцияларға дейін) 1310 нм толқындар ұзындығын, кері ағында (станциялардан абоненттерге дейін) – 1490 нм немесе 1550 нм. Желілер түйініндегі OLT шығыстарынан оптикалы қуат барлық ONU кірістеріндегі сигнал деңгейлері шамасымен бірдей бөлінеді (біркелкі емес немесе біркелкі). Әдетте барлық абоненттерге телевизиялы сигнал таратуға толқын ұзындықтарының біреуі (көбіне 1550) бөлінеді. Онда станцияларда таратылып жатқан сигналды 1310 нм (ақпарат, дауыс) және 1550 нм (бейне) біріктірулер үшін оптикалы мультиплексор WDM орнатылды. Барлығы максималды байланыстар қашықтықта – 20 км дейін болғанда 32 абонент дейін (кей түрінде 64 дейін) қосылу мүмкін [18].



Сурет 2.2 – Бас станциялар мен PON желілерінің сұлбасы

Сұлбада көрсетіліп тұрғандай, тура ағындар біруақытта барлық ONU ақпараты бар, әр ақырғы құрылғылар тек өзінің терминалдары үшін информациялар бөледі. Кері бағыттарда абоненттерден әр ONU уақытында информацияны жібереді, қосылып болғаннан кейінгі ортақ ағындар барлық қолданушы сигналы болады. PON технологияларының қатынау желісіндегі қолданудың көп артықшылығы бар:

- абонентті оптикалық кабельде талшықтың экономдылықтары;
- бас станциялардағы оптикалы сәулелегіштің экономдылықтары;
- түрлі информация қызмет көрсету мүмкіндіктері (Triple Play концепциясына сай) – бейне, дауыс және ақпарат;
- желілі элементтерге электроқоректенулердің қажетсіздіктері (ақырғыларынан басқалары);
- қызмет көрсетулердегі шығындарның аздығы;
- абоненттердің оңай қосылу мүмкіндіктері;
- жолақтардың динамикалық кеңейтулер мүмкіндіктері;
- істеп тұрған абоненттің тарату жылдамдықтарын дәл қазір істемей тұрғанның арқасында көбейту [19,20];
- ары қарай тарату жылдамдықтарын көбейту (10 Гбит/с дейін) және одан көп сызықты трактәлер қондырғысын ауыстырусыз (оптикалы кабельдер, қосылғыштар, тармақтағыштар);
- оптикалы мультиплекстеу технологияларын қолдану арқасында (DWDM немесе CWDM) әр қолданушы үшін тарату жылдамдықтарын бірталай

көбейтулер мүмкіндігі.

Қазіргі кезде PON динамикалық түрде дамып оптикалық желілік технологиясы болып саналады. Басқа дамыған мемлекеттерде PON абоненттің саны жылына 30-40 % -ға өсіп келеді.

Менің жұмысым GPON технологиясын Алмалы 3 мөлтек ауданындағы коттеджді аймақтарға құруға негізделеді. Оптикалы желілерді ағаш бағанаға ілу арқылы берілетін аймақтарға әлемдік ғаламторларға үлкен жылдамдықтармен шығу мүмкіндіктерін ұсыну. GPON технологиялары бастапқыда коттеждерді аймақтарға арналып жасалған, біздің жағдайда тиімді деп ойлаймын.

Желілерді ұйымдастыруларға қажетті негізгі құрал-жабдықты анықтап көрейік:

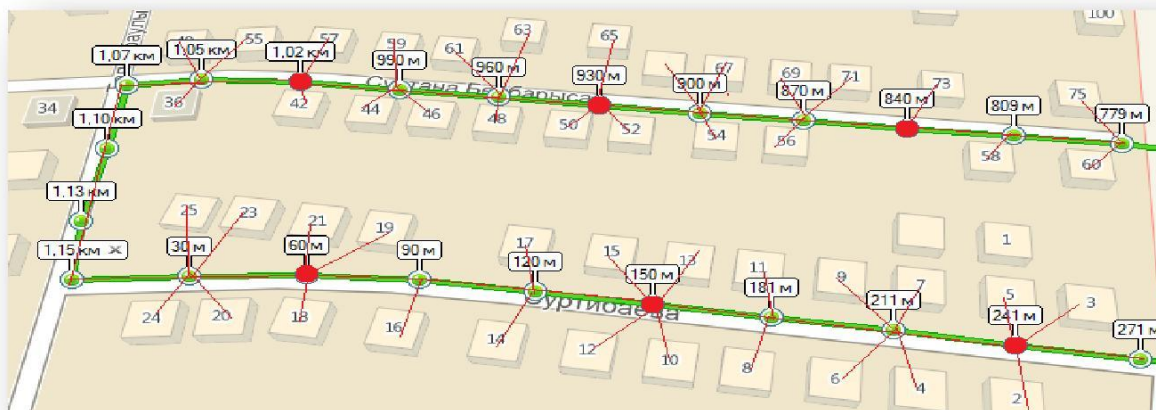
- Қызметтік ақпараттарды және тұтынушылар туралы деректі сақтауға арналған серверлер (тапсырысы бойынша видео, виртуалдық кинозал, т.б.);
- дерек ағынын басқаруларға арналған негізгі Router [21];
- негізгі Router келетін белгіні қабылдауға және деректі пассивті оптикалы желі арқылы ONT терминалына тасымалдауларға арналған ONT;
- тұтынушылар жағындағы оптикалы белгіні қабылдауларға арналған ONT;
- оптикалы лазерді бөлуге арналған желілердің пассивті элементі – сплиттер;
- үйге тартылатын оптикалы дроп желілері.
- Ағаш бағанаға қыстырылатын кронштейндерлер мен анкерлік қысқыштар [22].
- Тросс өзекшелері бар әуеге ілінулерге арналған ілмелі оптикалы кабель;

Бөлінген аумақтар 664 үй яғни 664 абоненттер бар. Тұтынушылар жоғары жылдамдықты интернетке қосылулары үшін Мегалайн турбо тарифтерін қолданады. Ал көп каналдарды телевидения үшін спутникті антенналары орнатылады. Тұрғындардың GPON қымбат, бірақ жылдамдықтары 10 есе төмен интернетін қуана ауыстыратынына сенімдімін. Шығынымызды ақтауға, мен интернетке қосылуға белгілі сумма алмақшымын. Сондықтан потенциалдық клиенттер сандарын барлық абоненттердің 80%-ы 531 абоненттер деп аламыз.

Оптикалы кабельдер ағаш бағанаға ілінеді. Беріктіктері арттырулар мен иілгіштіктерді азайту мақсаттарында кабелдер анкерлік қысқыштарға алдынала бағанаға бекітілген кронштейнге ілінеді. Стандарттар бойынша әр бағананың ара қашықтықтары 30 метр ал әр үйлердің арасы 20 м. Оптикалы бөлгіш сплиттерлері әр 4-бағана сайын алып орнатамыз. Муфта, сплиттерлер орнатылатын телекоммуникациялы шкафтар бағанаға орнатылады. Бағанаға сплиттерді орнатып, дроп кабелін тарту 2.1-суретте көрсетіледі.

Пәтерлерге талшықтың бойымен қосылуға бағасы жеке үйлер иелеріне қосулардан жеке ONT қолдана отырып қосылу арзан болады. Бұл коттедждерден қарағанда, талшықты жүргізудің бағаларының төмендіктерімен байланысты. Әйтсе де біздің модельдер әртүрлі мекемелер ішіне талшықты жүргізулердің ерекшеліктері жайлы факторлар қарастырайды. Бұл

ерекшеліктер ескі не жаңа архитектуралы салынған мекемедегі жұмыс бағаларын көбейту мүмкін. Одан басқасы, жаңа үлгідегі бұралуларға сезімталсыз талшықты кейбір қиындық жерде қиыншылықты туғызуы мүмкін [23].



Сурет 2.3 – Бағанадағы сплиттердің орналасу реті

OLT мен ONT-ны таңдау. Бұл бөлімдер Ресейлік QTECH компанияларының құрылғысы таңдалды. Жоғарғы сапасымен қатар бағасының салыстырмалық төмендігі жобалардың тиімділіктерін арттырады. OLT таратулар қуаты мен абоненттер сыйымдылықтарына қарай таңдалды. 1024 абонентті станциялық терминалы 664 тұрғынды сапалы мәлімет тарата алады. Ал керек болған жағдайларда аудандағы мектеп пен ұйымды біздің желілерге қосуға болады. Оған өшуліктің мәні де станциялы терминал сыйымдылықтары да рұқсат етеді.



OLT GPON QSW-900-01



ONT 4*GE мен 2*FXS+Wi-Fi

Сурет 2.4 – Таңдалынған ONT және OLT құрылғылары

QSW-900-01 GPON OLT коммутаторлары GPON желінің операторлық класына кіреді. Ол FTTx технологияларының негізінде жұмыс істей алады.

Негізгі қызмет түрінің барлығықтарның таралуын қамтамасыз етеді (мәлімет тарату, IPTV, VoIP), сонымен бірге SLA, QoS мен DBA оқу мүмкіндіктері бар.

Коммутаторлар 1:128 бөлу коэффициенттерімен жұмыс істейді, ол өз кезектерінде қосындысын жинағанда барлық 1024 абоненттерді желіге қосуға мүмкіндіктер береді.

Коммутатор архитектуралары GPON 8 портынан, 8 GE SFP портынан және 8 1000BASE-T портынан тұрады. Сонымен бірге қосымша екі 10GE SFP+ портына қосу мүмкіндіктері бар.

2.2 GPON QSW-900-01 ерекшелігі

8 GPON порттары, 8 GE SFP порты мен 8 1000BASE-T порты, қосымша екі 10GE SFP+ портын қоса алатын кеңейтулер слоты. 1U көлемдері, 85W аспайтын энергиялы тұтыну. 1+1 қуаттау резервтері.

Қауіпсіздіктердің әр алуан функцияын қолдану: Anti-ARP-spoofing/flooding, порттары изоляциясы, MAC-адресін филтрлеу, AAA/Radius, IEEE 802.1x, аутентификация және SSHv2 Secure Shell, TACACS+,цифрланған басқару SNMP v3, ARP мен MAC арқылы тарифтер тексеру, деңгейінде L2-L7 ACL ағыдарын фильтрациялау, uRPF. IGMP, Multicast snooping.

Мониторинг: CLI, Telnet, Console, SNMPv1/v2/v3, Web, RMON

(Remote Monitoring) 1/2/3/9 групп NTP, MIB, RFC3176 sFlow, 802.3ah Ethernet OAM, LLDP, протокол BSD syslog [24].

ONT-ның оптикалық бөлімдері 1000NT шассилерінің оң жағында орналасып, пайдаланушылардың оптикалы талшық коннекторынды қосуға мүмкіндіктер береді. Оптикалы модулдері шасси іштерінде орналасады, онымен тек арнайы дайындықтағы маман жұмыс жасауы керек. Оптикалы панель optical электрлері панелдерімен бірге бірнеше оптикалы құрылғылар (қорғауы ауыстырғыштары және оптикалы диплексері) орнатылған.

100 ONT оптикалық модулінің негізгі ерекшеліктері:

- 2.488 Gbps төмен ағынды оптикалы кабылдағыштар;
- RX сезімталдықтары: -18 dB;
- Максималды жүктеме: -3 dB;
- 1.244 Gbps жоғарығы ағынды жібергіштер;
- FP Лазерді – Жақын қашықтықтар (TX күші: -5 dB ден 0 dB ге дейін);
- DFB Лазерді – Алыс қашықтықтағы (TX күші: -3 dB ден +2 dB ге дейін);
- оптикалы Бейнелер толқын ұзындықтары шығыстары RF Бейне сигналдарына ауысуы;
- оптикалы талшық қорғаныстарының 50мс кемі ауысуы [25];
- бейнелері бөлімі.

1000NT платформалары қосымша бейнелері тасымалы қолдайды, ал ол дегеніміз CATV бейнелер жабдықтарға стандарттарын қолдануға бола алады.

Бұл жүйелер 256 QAM және VSB-AM, 64 таратылымын қолдай алады. Тасымалдау жүйелері ODN арқылы 1550 нм – 1560 нм (3ші толқындар ұзындықтары ретінде) арасында толқын ұзындықтарында жұмыс істей алады.

Бейне тасымалы қызметі Optimate платформаларында стандартты 45 - 870 MHz мультиарналы аналогтық және цифрлық (NTSC арна планында 110 арна не PAL/SECAM 89 арналар) болып келеді. Аналогтық/цифрлық арнаның бейне жолақтары 4 MHz/6 MHz (не 8 Mhz PAL жүйелері үшін). Абонентті терминал компанияда ең қымбат түрлері. Бұл терминалда интернетте телефонияларға және цифрлы телевидениелерге шығатын порты бар. Сонымен бірге N абоненттері Wi-Fi қосымшаларында бар.

2.3 Керекті серверлерді таңдау

Желілерімізде сервер қып AquaServer PD352 аппаратуралары қолданылады. Aqua Server P жұмысшының және бөлімшелер қызметкертерінің қызметін жалғастырулар үшін арналған. Сервердің есептегіштер қуаттылықтары маңызды қорлармен және аса сенімділіктері жоғарғы кідіріссіз жұмысты қамтамасыз етіледі. Мұндай қосымшалары бар топтың серверлері екі процессорлы етіліп құрастырылды, оған қоса қажеттілікте өлшемінің нормасы мен олардың өнімділіктерін үлкейтулерге барлық жағдайы жасалған. Aqua Server P сервері жылдам жадтары масштабтауының - жоғарылаулары үлкен мүмкіншіліктері санына ие бола алады.

Қоректенулердің 2 блогы «ыстық алмасулар» функцияларымен және корпустары салқындатулар күшейтілген жүйелері алты желдеткіштер қабылдаусыз тұрақтылықтарымен қосымшасы серверлерді қамсыздандырады. Серверлер көп санды технологиялармен жабдықталған, мәліметтің бүтіндігін қамтамасыз етулеріне және қауіпсіздіктеріне арналады. Басқару интеграциялатынған құралдары платформасымен қосады өзінді Intel Management Module модульдер және соңғы Server Intel Management бағдарламалық пакеттер - 8 болжамасы. Олар басқарулар және сервер қолдануларын барынша көп оңайлатуларға рұқсат етіледі [26].

Сандық стриммерлерді таңдау Anevia Flamingo стримерлері Телевидение таратылулары мен радиоканалдары үшін DVB-дан IP желілеріне жасалған жобалар.

Anevia Flamingo 220x жаңа моделдерінің қатарының сипаттамалары:

- алғашқы парақтағы CAM модульдері;
- 2 толық транспондерлер;
- 60 каналға дейін таратулар (300 Mbps) [27].

2.4 GBIC модульін таңдау

Interface Gigabit Converter (GBIC) өндірісті стандартты конверторлармен интерфейсінді анықтап, оларды ыстық ауыстырулар (hot-swap) режимдерін қолдайды. GBIC модульді коммутаторлардың Gigabit Ethernet слоттарына орнатылады. Дамыған Жапония, Корея кәсіпорынында құрастырылатын дүниежүзілік өндіруші материалдарын қолдануымен, заманауи технологиялық жабдықтау дайындалады. Оптикалы кабельдер жоғарғы сапаға, сенімділіктерге ие болады және халықаралық стандарттың заманауи талабының барлығына сай бола алады. Зауыт мамандандырылған профессионалды жұмыс істеуінің арқасында жоғарғы сапалы оптикалы кабельдер шығарды. Оптикалы кабелді салу аймақтарының жер бедеріне, кеміруістің көптігіне, ылғал, ауа, температуралар күрт өзгеруіне, басқа факторларды ескеріп арнайы бөлімге бөлініп шығарылады. Мысалы мынадай мақсатқа арналған оптикалы кабельдер бар: топырақ, канализацияға салу, әуе, жабық бөлмелер, су асты және тереңдіктегі салулар, грозотростарға салынады. Біздің жобаларда қолданылатын кабельдер маркасы 2.1-кестеде көрсетіледі. Тар көшелі шағын ауданда қазу жұмысын жүргізу ыңғайсыз, әрі қымбатқа түседі. Қазба жұмыстары жол төселіп қойылған орындарда жүргізілу тиіс. Төселген жолды қазуға қыруар ақша кеткенімен, қазылған орындарды жауып, орнына қайта жол төсеу үлкен шығындарға алып келеді.

Кесте 2.1– ОК маркасымен олардың ерекшелігі

Кабель маркасы	Құрылымын анықтайтын ерекшеліктер	ОТ саны	Ұсынылатын шарттары
SNR-FOCA-UT4-08	Гросс өзекшеліктері әуе бойларымен тартылатын кабельдер	21	Кабель ішінде енгізілген тросты әртүрлі кедергіге төтеп беруге арналған, бірақ сенімділіктерді арттыру үшін арнайы кронштейндер мен анкерліклер қысқыштар қолданылды.
SNR-SNR-FOCD-D-01-Y	Ерекшеліктер жоқ	10	Кабель тек ішкі кварцтардың жаңа түрлері – иілгіштігі жоғары болғанымен ерекше болады. Ұстаушы тростары болмағандықтан кабелді үйге тартылған сымдардың сырттарымен орау тәсілі бойынша енгізе аламыз.

Әуемен тартылған кабелдерге ең үлкен кедерлергі туғызатын желдер. Сондықтан бұл типтерді кабельге қазіргі уақытта анкерлі қысқыштың амортизациялы түрін жасалып шығарылған. Біз сол типтерді қысқышты қолданамыз. Эксперттің айтуы бойынша қосымша құрылғылары кабель сенімділіктерін 10 – 15 % ға жоғарылата алады.

- Бір модальқ ОТ (1383±3 нм толқындар ұзындықтарында сөнудің азаюлары), МСЭ-Т - G.652 C(D) ұсыныстары бойынша (код А) [29];

- Бір модальқ, ұлғайған жұмыстар диапазоны бар және жоғары табалдырықпен бриллюэнов шашырауларымен МСЭ-Т G.652D ұсыныстары бойынша (код Т);

- Бір модальқ ОТ минималдандырылған сөнүлерімен, МСЭ-Т G.654 (код Р) ұсыныстары бойынша;

- Бір модальқ ОТ нөлдік емес жылжулар дисперсиясымен, МСЭ-Т - G.655 ұсыныстары бойынша, (код Н);

- Бір модальқ ОТ кері нөлді емес жылжу дисперсияларымен, МСЭ-Т - G.655 ұсыныстары бойынша, (код С);

Біздің мақсатымызға сай келетін SNR-SNRFOCD-D01-Y кабельдің маркасы. Он екі талшықты біздің желіміз көп жеткілікті. Сонымен бірге, тасушы элементтер диэлектрлі оқтама болып келеді, электрлі қауіпсіздік көруі нүктесінен өте сенімдірек, және кабельдермен электрлі ток өтуінің рұқсат ете алмайды. Кей кезде кабельді қалалық жарықтандырулар бағанаымен және электро тасушы элементтің жақын маңында тартыла алады. Біздің дроп кабельдік үйге дейін сондай тәселдермен ілініп тұрған кабельдерге оратып жүргізуге бола алады. Бірақ бұл ұстайтын кабель беріктілігі жоғары болған жағдайларда ғана жүзеге асады. Ал оптикалы кабелдің салмақтары өте жеңіл екендігін ескерсек, қарапайым электрлі сымдар да оратуларға жарай береді.

Оптикалы кабельдің жалғыз басты кемшіліктері нәзіктігі. Бірақ соңғы жылдағы технологиялар кабельдің сенімділігін анағұрлым арттырады. Сондықтан оптика қазыр байланыс ареяларының көшін бастап тұр.

Оптикалы кабелмен ең сенімді желілер құру түрі жер астарымен құбыр тартулар. Есептеулердің нәтижесінде желі құру типтерінде жалпы шығындары 2 есе жоғары болатынына көзімізді жеткізуге болады. Құрылғыларды ұсынған компаниялар материалдарға 30 жылдық кепілдік береді, бұл жілілердің құру типінің сенімділіктері одан сайын арта түседі. Келесі жылдан бастап пайда түсе бастағандықтан құрылғылар тозған уақытқа дейінгі құрылғы ауыстыруға белгілі бір сома жиналып қалатынын негізге алдым. Бірінші типті технологияларда кететін үлкен шығын кабель типі, жер қазу жұмысы.

Баға мәселелерінен бөлек жұмыс мәселелері. Жер қазу жұмысына кететін уақыты Алмалы ықшам ауданындағы тар жолда еселеніп созылады, әрі аймақ тұрғынының өмір сүруіне кесірін тигізеді. Ал бағанаға ілінетін кабель технологиялары өте аз уақыт алады, әрі жыл салынып қойылған ауданның келбеттерін құртпайды.

3 GPON желісінің техникалық есептелуі

3.1 Желінің жүктемесі, өшулігі мен өткізу қабілеті

Желі жүктемесін есептеу үшін бізге келесі параметрлерді есепке алу қажет:

- OLT мен ONT арасындағы қашықтық;
- сплиттерден сплиттерге дейінгі қашықтық;
- сплиттерден ONT-ға дейінгі қашықтық;
- кабельдегі сөну;
- сплиттердегі сөну;
- оптикалық бюджет.

Біздің жағдайымызда оптикалық бюджет -3 дБ-ден -26 дБ-ге дейінгі диапазонда болады. Яғни, әрбір желідегі ONT-ға -3 дБ-ден көп емес және -26 дБ-ден кем емес белгі келіп түсуі қажет.

ONT-ға келіп түсетін белгі деңгейі мынаған тең:

$$P_{\text{ONT}} = P_{\text{OLT}} + \sum L_{\text{fiber}} + \sum L_{\text{splitter}} \quad (3.1)$$

Сымжелі кесіндісіндегі сөну мынаған тең, дБ:

$$L_{\text{fiber}} = S \cdot L_n \cdot (-1),$$

мұндағы S – аумақ ұзындығы, м;

L_n – сымжелінің номиналды сөнуі, дБ/м.

Нөмірі бірінші тұтынушы үшін жүктемені есептейік. Бас станциядан тұтынушыға дейінгі қашықтық 400 м.

Демек, егер бас станциядан №1 тұтынушыға дейінгі тура қашықтық 400 м болса, бізге 600 м оптикалық сымжелі қажет болады. 8/92 және 6/94 сплиттерін қолданамыз, яғни, тұтынушыға белгінің оптикалық қуатының 5% жіберіледі, ал 92% 94% әрі қарай тасымалданады.

Бас станциядан тұтынушыға дейінгі сымжелі кесіндісіндегі сөну мынаған

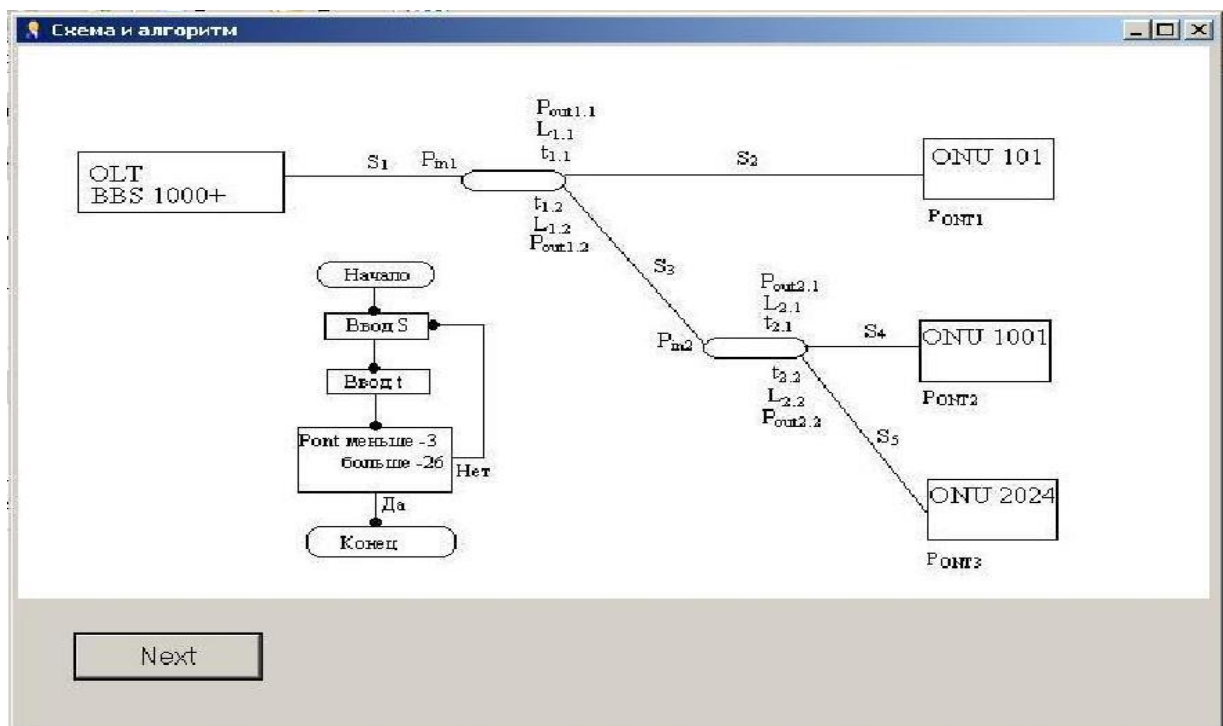
тең, дБ:

$$L_{fiber} = 0.6 \cdot 0.22 = 0,132 \text{ дБ/км.}$$

Сплиттердегі сөну, дБ:

$$L_{splitter} = 10 \log 100^5 - 0.5 = 13,5 \text{ дБ/км.}$$

3.1 суретте нөмірі бірінші тұтынушының ONT-сына түсетін белгі деңгейі көрсетілген.



Вводимые параметры		Тип сплиттера		Затухания на сплиттерах	
Polt=	-3 dB	t1.1=	45	L1.1=	-3,96787486224656 dB
S1=	12 km	t2.1=	60	L1.2=	-3,09637310505756 dB
S2=	8 km	t1.2=	55	L2.1=	-2,71848749616356 dB
S3=	6 km	t2.2=	40	L2.2=	-4,47940008672038 dB

Выходная мощность сигнала со сплиттера		Входная мощность сигнала на ONT	
Pout1.1=	-9,60787486224656 dB	Pонт1=	-11,3678748622466 dB
Pout2.1=	-8,35848749616356 dB	Pонт2=	-10,1184874961636 dB
Pout1.2=	-8,73637310505756 dB	Pонт3=	-11,8794000867204 dB
Pout2.2=	-10,1194000867204 dB		

Входная мощность сигнала на сплиттер	
Pin1=	-5,64 dB
Pin2=	-10,0563731050576 dB

Сурет 3.1 – PON желісінің учаскесінде жүктемені есептеу бағдарламасы

Жоғарыда көрсетілген суретте көрсеткіш ONT жұмыс жасау шарттарын қанағаттандырады.

Есептеуді жеңілдету мақсатында мен әр желі торабындағы жүктемені есептеу үшін екі түрлі бағдарлама жасадым. Бұл бағдарлама қандай да бір параметр өзгерсе, автоматты алдынала енгізілген формуламен барлық желі жүктемесін есептейді және көрсеткіштердің желі терминалдарының (ONT) жұмыс жасау шарттарын қанағаттандыру/қанағаттандырмауын көрсетеді. Бұл желінің өткізу қабілетін сараптау және сплиттер түрін таңдау кезінде қолдануға ыңғайлы. Екіншісі Delphi бағдарламасында жасалған және көрнекті түрде барлық параметрлер мен формулаларды бейнелейді (3.2-сурет), жекелеген желі аймақтарында есептеу жүргізуге арналған. Сондай-ақ сплиттерлерді жете таңдау кезінде ыңғайлы.

Есептеулер нәтижесінде алынған деректер бағдарламадан 3.1-кестесіне көшірілген.

Кесте 3.1– Есептеулер нәтижелері

Тұтынушы	OLT-тан шыққандағы оптикалық белгінің қуаты	Бас станциядан тұтынушыға дейінгі қашықтық, км	Бас станция-тұтынушы аймағындағы шығындар, дБ	ONT-қа түсердегі оптикалық белгінің қуаты, дБ
1	-3	0,6	-13,6	-16,6
2	-3	0,9	-14,4	-17,4
3	-3	0	-14,9	-17,9
4	-3	1,2	-16,4	-19,4
5	-3	1,6	-16,5	-19,5
6	-3	2,2	-17,6	-20,6
7	-3	2,2	-15,5	-18,5
8	-3	2,4	-15,3	-18,3
9,10,11	-3	0,6	-13,6	-16,6
12	-3	0,9	-14,4	-17,4
13	-3	0	-14,9	-17,9
14	-3	1,2	-16,4	-19,4
15	-3	1,6	-16,5	-19,5
16	-3	2,2	-17,6	-20,6
19	-3	2,2	-15,5	-18,5
20	-3	2,4	-15,3	-18,3
21	-3	0,7	-15,1	-18,1
22	-3	0,9	-16,7	-18,9
17	-3	1,4	-16,8	-19,7
23,24,25,26	-3	2,5	-16,8	-19,8
27	-3	2,2	-16,6	-19,6

Келтірілген кестеде есептеулер нәтижесінде барлық ONT-қа түсетін оптикалық белгінің қуаты -26 до -3 дБ аралығындағы диапазонда жатады, бұл көрсеткіш олардың жұмыс жасау шарттарын қанағаттандырады.

3.2 PON желінің жүктемесін және трафигін есептеу

Ақпарат тасмалдаушының бір типі мен бір желілік нүктеден таратылатын, телефонға, интернетке шығу және бейне ақпарат тарату қызметін көрсететін, Triple play қызметін қолдайтын GPON және GEPON технологияларының мүмкіндіктерін сараптайық. Triple play қызметінің қуатты қызмет профилін былай сипаттауға болады: бір ақырғы тұтынушы IPTV-ң үш арнасы тиесілі болу керек-бір HDTV (15 Мбит/с) және екі SDTV (2x4 Мбит/с), интернетке шығу (2 Мбит/с), локалды ресурстарға шығу (1 Мбит/с), VoIP үш желісі (0,3 Мбит/с). Яғни, барлық қызметтерді тұтынушы бірден қолданады деп санасақ, онда бір тұтынушыға жалпы ресурс 28 Мбит/с құрайды. Жоғарыда айтылғандай, мұндай қызметтер профилі бір PON-тармағында 32 GEPON тұтынушыларында да, 64 GPON тұтынушыларына да қызмет көрсете алады. Шындығында көп тұтынушылық режимінде (Multicast) трафик, IPTV трафигінде қосатын, PON тармағында әр тұтынушыға қайталанбайды, сондықтан PON тармағының барлық абоненттері онда көрсетілетін IPTV-арнасын бір мезетте біле алады. Нәтижесінде IPTV қызметі тармақталу коэффициентіне шектеу қоймайды, ал абонентке ұсынылатын нақты жолақ әлде қайда кең

Таңдалатын құрылғыны таңдау кезінде, техникалық сипаттамаларынан басқа көрсеткіштер де маңызды болып табылады. Атап айтсақ құрылғының бағасы, болашақта модернизациялау мүмкіндігі қолданыстағы құрылыстармен сәйкестігі, техникалық қызмет көрсету ерекшелігі, бұл аспектерді тереңірек қарастырайық.

GEPON-да PON тармағында Multicast режимінің қолданылуы, IEEE стандартталған, Multicast адресі дестелерді өңдеу технологиясы негізінде құрылған, ол Ethernet желілерінде қолданылатын технологияларға жақын. Нені ескеру қажет?

Бөлу коэффициентін таңдаған кезде, сол коэффициенттен тізбекті қандай бөлінулер болатын білу керек. Екі терезелі (1310нм и 1550 нм) 1x2 типті тармақталудың енгізетін бөлінулерін анықтау үшін келесі анықтамалық кестені қолданамыз. 3.2-кестеде енгізілетін жоғалтулардың анықтамалық мәндері

келтірілген.

Көрсетілген кестеде жоғалтулар қатынасының мәні берілген. Ескерту. Кестеде енгізетін бүлінулердің максимал мәндері келтірілген, олар нақты мәнмен бірнеше ондық дБ-ге артық.

Енгізілетін бүлінулерді кіріс порттары көп болған жағдайда немесе бөлу коэффициенттің басқа мәндерінде анықтау кезінде, бағалау өрнегін қолдануға болады, дБ.

Кесте 3.2– Жоғалтулардың кестесі

Бөлу коэффициент, %	Енгізілетін бағалаушы жоғалтулар, дБ	Шығыс порттар мен енгізілетін жоғалтулар айырымы, дБ
50/50	3,7/3,7	0
45/55	4,2/3,2	1,0
40/60	4,8/2,8	2,0
35/65	5,4/2,4	3,0
30/70	6,2/2,0	4,2
25/75	7,1/1,6	5,5
20/80	8,2/1,3	6,9
15/85	9,7/1,0	8,7
10/90	11,7/0,7	11,0
5/95	15,2/0,5	14,7

Бірде екі тармақталумен енгізілетін өшуді анықтаймыз, бөлу коэффициенті 33/67 болады. Келесі есептеу жүргіземіз, дБ:

$$A_1 = 10 \lg(\overline{100\%_{33\%}}) + \log_2(2-1) \cdot 0,4 + 0,2 \overline{+1,5} \cdot \lg(100\%_{33\%}) = 5,74,$$

$$A_2 = 10 \lg(\overline{100\%_{67\%}}) + \log_2(2-1) \cdot 0,4 + 0,2 \overline{+1,5} \cdot \lg(100\%_{67\%}) = 2,20.$$

Бірде төрт тармақталумен енгізілетін өшуді анықтаймыз, бөлу коэффициенті 10/25/30/35 төрт шығыс порттың әр қайсына есептеу жүргіземіз, дБ:

$$A_1 = 10 \lg(\overline{100\%_{10\%}}) + \log_2(4-1) \cdot 0,4 + \overline{0,2+1,5} \cdot \lg(100\%_{10\%}) = 11,70,$$

$$A_2 = 10 \lg(\overline{100\%_{25\%}}) + \log_2(4-1) \cdot 0,4 + \overline{0,2+1,5} \cdot \lg(100\%_{25\%}) = 7,12,$$

$$A_3 = 10 \lg(\overline{100\%_{30\%}}) + \log_2(4-1) \cdot 0,4 + \overline{0,2+1,5} \cdot \lg(100\%_{30\%}) = 6,21,$$

$$A_4 = 10 \lg(100\%_{35\%}) + \log_2(4-1) \cdot 0,4 + \overline{0,2} + 1,5 \cdot \lg(100\%_{35\%}) = 5,44.$$

Анықтамалық кестені қолдану және жоғарыда келтірілген өрнектермен есептеу жүргізу енгізілініп өшудің жуық мәнін табуға (0,1...0,4 дБ қателік) мүмкіндік беретін ескеру керек. Енгізілетін жоғалтулар мәні өндірушімен беріледі, бірақ есептік мәндер де жобалау үшін қолдануға болады.

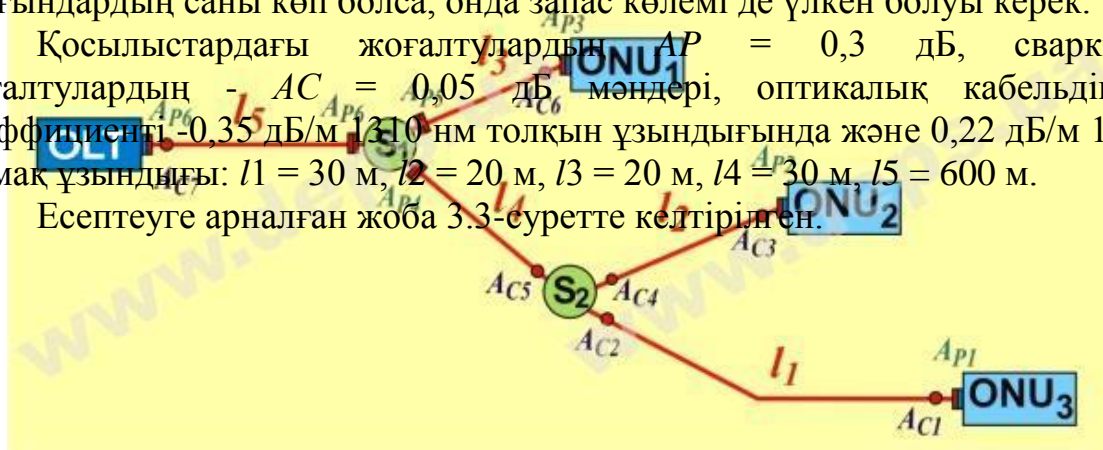
Бірінші қосынды оптикалық кабельдегі жоғалтулар сомасына қатысты, екіншісі-қосылыстардағы жоғалтулар, үшіншісі - сваркадағы жоғалтулар, және үшіншісі-тармақтағы жоғалтулар.

Жоғалту бюджетін есептеу әр тізбек үшін жоғалтудың жалпы көлемі жүйенің динамикалық диапазонынан аспайтынын көрсету керек, дБ.

Кез келген желі құрған кезде эксплуатациялық запас жайлы ұмытпау керек. Негізінен 3-4 дБ запас алса жеткілікті, бірақ желі құрылатын аймақтағы тұрғындардың саны көп болса, онда запас көлемі де үлкен болуы керек.

Қосылыстардағы жоғалтулардың $AP = 0,3$ дБ, сваркілеудегі жоғалтулардың $AC = 0,05$ дБ мәндері, оптикалық кабельдің сөну коэффициенті $-0,35$ дБ/м 1310 нм толқын ұзындығында және $0,22$ дБ/м 1550 нм. Аймақ ұзындығы: $l_1 = 30$ м, $l_2 = 20$ м, $l_3 = 20$ м, $l_4 = 30$ м, $l_5 = 600$ м.

Есептеуге арналған жоба 3.3-суретте келтірілген.



Сурет 3.3 – Оптикалық тармақтың параметрлері

Суретке қарап, әр тізбек үшін жоғалтуларды анықтаймыз. Желідегі жоғалтуларды есептеу оған кейін қосатын абоненттердің максимал санын анықтауға көмектеседі. Әрі біз сплиттерлер санын осы жоғалтулар мен өшуліктерге қарап орнатуымыз керек. Желідегі өшуліктердің мәні нормадан асып кетсе кейінгі абоненттерге бөлінетін трафик тым аз болып, оларға берілетін қызмет сапасы өте төмен болады.

Бұл формулаларға а-ның ең үлкен мәнін салу керек (0,35 дБ/м). Алшак

аяғынан бастап, S2 тармағы үшін бөлу коэффициентін таңдаймыз. Жоғалтулар айырымы $4,8 - 4,6 = 0,2$ дБ, тармақталуды ескермей.

Анықтамалық кестеден, екі порт арасындағы енгізілетін жоғалтулар айырымы ескеріп, ең ықтимал мәнді таңдаймыз 1 дБ, ол бөлу коэффициентіне сәйкес келеді. 45/55.

Ескерту. Бөлу коэффициентінің нақты мәнін көрсетуге тырысу мүлде керек емес, мысалы 47/53. Параметрлердің әжептеуір өзгеруіне байланысты енгізілетін өшу бәрібір 45/50-дей болады.

Сол кестеден ONU2 қуатты бағыттағанда S2 енгізетін өшу 4,2 дБ құрайтынын көруге болады. ONU3 55% қуат бағытталады, және енгізілетін өшу 3,2 дБ құрайды. Онда:

$$OLT-ONU_1: A_{\Sigma-1} = 4,2 + A_{\text{жог-1}},$$

$$OLT-ONU_2: A_{\Sigma-2} = 5,6 + A_{\text{жог-1}} + 4,2 = 9,8 + A_{\text{жог-1}},$$

$$OLT-ONU_3: A_{\Sigma-3} = 6,3 + A_{\text{жог-1}} + 3,2 = 9,5 + A_{\text{жог-1}}.$$

Ең үлкен деңгей айырымы – бірінші және екінші тізбек арасында : $9,8 - 4,2 = 5,6$ дБ. Анықтамалық кестеден ең жуық кіріс порттар енгізетін өшу 5,5 дБ, бұл 25/27 бөлу коэффициентіне сәйкес келетінін біле аламыз. Енгізілетін өзгертулерді қойып, сәйкесінше 7,1 дБ және 1,6 дБ аламыз.

$$OLT-ONU_1: A_{\Sigma-1} = 4,2 + 7,1 = 11,3,$$

$$OLT-ONU_2: A_{\Sigma-2} = 9,8 + 1,6 = 11,4,$$

$$OLT-ONU_3: A_{\Sigma-3} = 9,5 + 1,6 = 11,1.$$

Жоғалту шамасы бөлінген запастарды қосқанда жүйенің динамикалық диапазонынан артық еместігін тексереміз. PON UTSTARCOM жүйесі үшін динамикалық диапазон 29 дБ болатынын ескеріп, аламыз, дБ:

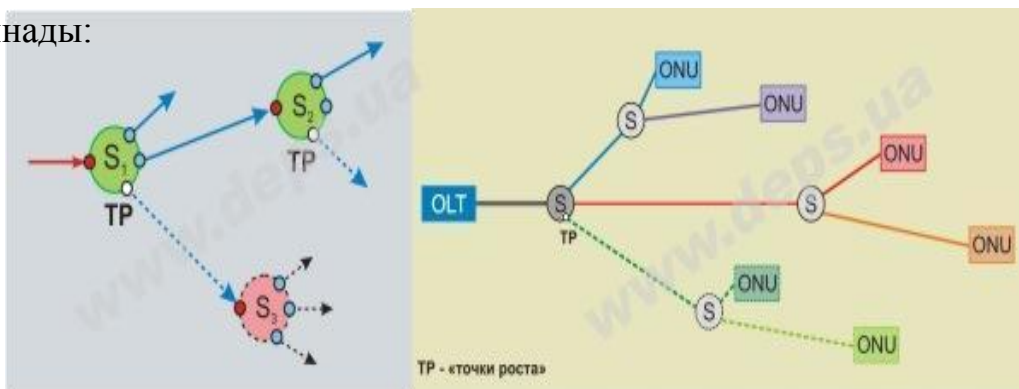
$$29 \text{ дБ} \geq (11,4 + 3).$$

Бұл жерде керісінше A_{Σ} –ң ең төменгі мәні таңдалады, біздің жағдайда OLT-ONU₁ (11 дБ) тізбегі үшін..

PON желісін оптикалық тармақталуында, ары қарай есептеу үшін, бос порттарды қалдыру керек, «олар-өркендеу нүктесі» деп аталады. Бұл резервті портқа берілетін қуат табу қиындық туғызады. Өркендеу нүктесінің сұлбасы 3.4-суретте көрсетілген.

Желілік ресурстарды әртүрлі қызметтер арасында үлестірген кезде әрбір қызмет абоненттері бір жағынан трафиктің дәстүрлі параметрлерімен сипатта-

лынады:



3.4 Сурет – PON желісінің тармақталуы

Кесте 3.3 – интерактивті қызметтер көрсеткіштері

Ұсынылатын қызметтер		Макс. жылда мд, кбит/сек	Орташа жылда мд, кбит/сек	Сеанс ұзақтығы, с	Сеанс ардағы период, с	ҰЖС-ғы шақырулар саны, шақ/сағ	ҰЖС-ғы меншікті жүктеме, Эрл
Телефония	үй. сектор	64	64	100	1000	3,27	0,09
	мек. сектор	64	64	100	250	10,29	0,29
Интернет	үй. сектор	4096	512	1800	7200	0,40	0,20
	мек. сектор	1024	256	300	1200	2,40	0,20
Видео	үй. сектор	8192	6144	3600	7200	0,33	0,33
	мек.	6144	4096	900	7200	0,44	0,11

- абоненттің хабарласу ұзақтығының орта мәні T_c , с ;
- жүктеменің меншікті интенсивтілігі;
- k -ші қызметін ұсыну кезіндегі кіріс ағынының интенсивтілігі γ_i^k шақ/сағ.

Екінші жағынан PON желінің k -ші қызметтің абоненттерін сипаттайтын параметрлер:

- максималды биттік тарату жылдамдығы V_{max} ;
- орташа биттік тарату жылдамдығы $V_{орт}$;
- дестелілік $K_{п}$, $V_{max}/V_{орт}$ қатынасымен анықталады.

Суретте әр сектордағы үш түрлі қызметтің тарату, қабылдау жылдамдықтары, Орташа жылдамдық пен сеанс ұзындығы, шақыру сандары көрсетілген. Бұл мәліметтер қалалық үйлерге негізделіп есептелген, сондықтан шындыққа сай болмауы мүмкін. Коттежді аймақта оптикалық желі орнатылмағандықтан, бұл мәліметтердің нақтырақ көрсеткіші кейін шығатын болады.

3.3 PON желінің трафигін есептеу

Оптикалық желідегі тағы бір негізгі параметрлердің бірі нормаланған жиілік. Талшықты оптикалық кабель жарық жолдың жалпыланған маңызды параметрі оның қасиеттерін бағалауға тиімді-оның нормаланған жиілігі болып табылады.

Өзекше (g1a) мен қаптаманың (g2a) цилиндрлік функциясының аргументтерінің қосындысынан пайда болады.

$$V = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} / \lambda = 2 \cdot 3.14 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0.13 / (1.31 \cdot 10^{-6}) = 2,37 .$$

мұндағы a – қаптама өзекшесінің радиусы $a=4,5$ мкм;

n_1 - өзекшенің сыну көрсеткіші $n_1=1,4681$;

n_2 - қаптаманың сыну көрсеткіші $n_2= 1,462$.

Кабелді таңдау үшін, біз оның параметрлері біздің желіге сай келетінін білуіміз қажет. Сол үшін берілген формуламен кабелдің параметрлерін есептеп шығарамыз. Кабелдің өзекшесінің диаметрі $2a=9$ мкм және критикалық

толқынының ұзындығы $\lambda = 1250$ нм моданың өрісінің $2\omega_0$ толқын ұзындығы 1310 нм кезіндегі екенін ескере отырып, кабель есептеулерін шығарамыз.

$$2\omega_0 \approx (2,6 \cdot \lambda / V_c \cdot \lambda_c) \cdot 2a, \quad (3.15)$$

мұндағы λ - толқынның жұмыс ұзындығы, нм ;

λ_c – толқынның критикалық ұзындығы, бұдан биік жарық жолдарда тек қана негізгі мода таралады;

V_c - нормаланған критикалық жиілік.

$V_c = 2,405$, $\lambda = 1310$ нм: $2\omega_0 \approx (2,6 \cdot 1310 / 2,405 \cdot 1250) \cdot 9 = 10$ мкм.

Нәтиже толқынды 10 мкм дейінгі диаметрмен алуға болатынын білдіреді. Таратуда қолданылатын кабельдің өзекшесі кварцтан жасалған, ар жағы көрінетін мөлдір шыны екенін ескеріп, мұнда тек шағылу емес, сыртқы қабықшаға лазердің өтіп кетуі де орын алатынын білу керек. Бөлінетін энергия қоры мен ток лазердің қабыққа өту кесірінен сыртқа өтіп, адамдардың денсаулығына, қоршаған ортаның балансына кері әсерін тигізбеуі үшін ішкі апертура мен толық ішкі шағылысу орындалуы керекті болып саналады.

Жоғарғы тығыздықты ортадан тығыздығы кем ортаға өткенде, яғни $n_1 > n_2$ кезінде, белгілі бір бұрышта толық толқын шығарылып, басқа ортаға өтпейді. Орта шекарасынан барлық энергияның шағылу бұрышы-толық ішкі шағылу бұрышы деп аталады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба Алмалы ықшамауданында GPON желісін жобалау тақырыбының бойымен жүрді. Жоба барысында GPON технологиясының техникалық сипаттамалары көрсетілді. Таңдалған аппаратура OLT, ONU лардың, оптикалық тарту кабельдерінің және жұмыс бағаларының есептеулерінің нәтижесінде, сондай ақ желі өшулігі мен бөлгіш сплиттерлердегі сөнуді, станциялық құрылғының қуаты мен әр тармақтағы өшуді есептеудің нәтижесінде мұндай желі типін құру операторлардың аз шығын шығарып, көп пайда табуына көмектесетінін көрсетті.

Алматы қаласының желілерін толық оптикаға ауыстыру Қазақтелеком АҚ компаниясының алға қойған міндеттерінің бірі болып отыр. Жақын арада бұл үрдіс қала шетіне де жайылады деп ойлаймын. Себебі қала сыртындағы тұрғындар саны жылдан жылға артып, потенциалды клиенттер саны сәйкесінше өсуде.

Дипломдық жобада Қазақстанда әлі қолданыс таппаған оптикалық кабельді тросс өзекше арқылы әуемен тарту технологиясы қолданылды. Бағаналармен тартылатын бұл технология түрі дамыған елдерде қлданысқа ие, себебі қала сыртындағы тар көшелі аудандарда эксплуатация шығындары мен уақытты анағұрлым аз жұмсайды.

Таңдалынған жолмен құрылатын желі стандартты құрудан 2 есе арзан болатыны есептеулер нәтижесінде нақты дәлелденіп көрсетілді. Негізінен абоненттерден қосылу үшін ақы алмағанның өзінде проектті өзін өзі бір жылда ақтап шығып, екінші жылдан бастап пайда әкелетіні көрсетілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, 3-е изд - СПб, Питер-пресс, 2006
- 2 А. Б. Семенов. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях. - Москва, АйТи-Пресс, 2003
- 3 А. Б. Семенов, С. К. Стрижаков, И. Р. Сунчелей. Структурированные Кабельные Системы АйТи-СКС, издание 3-е. - Москва, АйТи-Пресс, 2001
- 4 Компьютерные сети: Учебный курс Microsoft Corporation – М.: Издательский отдел «Русская редакция», 2005
- 5 Дипломное проектирование: Методические указания к выполнению дипломных проектов. А. Берикулы. – Алматы, АИЭС, 2007
- 6 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров (для студентов всех форм обучения специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации) – Алматы: АИЭС, - 2008. -19 с.
- 7 Гаскевич Е., Леснова Л. Сети PON в России. Особенности применения в жилом секторе. - CONNECT, 2011, №10.
- 8 Гаскевич Е. Воздушные волоконно-оптические сети доступа для малоэтажной застройки. – Технологии и средства связи, 2011, №1 (март).
- 9 Гаскевич Е., Петренко И., Убайдуллаев Р. Волоконно-оптические сети доступа для районов малоэтажной застройки. – Вестник связи, 2011, №4.
- 10 <http://www.nestor.minsk.by/>
- 11 <http://www.skomplekt.com/tovar/1/0/pon/>
- 12 <http://www.teralink.ru/>
- 13 <http://wikipedia.com/>
- 14 <http://www.xdsl.ru/> - xDSL технологиясы
- 15 <http://www.univers-spb.ru/technologys/>
- 16 <http://www.citforum.ru/nets/articles/xdsl.shtml>
- 17 <http://www.lightwave-russia.com/> GPON технологиясы
- 18 <http://www.flexlight-networks.com/>
- 19 Бутусов М.М., Верник С.М., Галкин С.Л. и др.; Под ред. Гомзика В.Н. Волоконно-оптические системы передачи: Учебник для вузов. – М.: РиС, 1992.
- 20 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Под ред. Проф. Доктора физ-мат наук Тимирова И.А. Современные проблемы волоконно-оптических

линии связи. Том 1. Волоконно-оптические кабели. – М.: Издательство НТЛ, 1999.

21 Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Техносфера, 2006. – С. 512.

22 Кемельбеков Б.Ж., Мышкин В.Ф., Хан В.А. Современные проблемы волоконно-оптических линии связи. Том 2. Источники излучения и передающие оптоэлектронные модули. – Томск: Издательство НТЛ, 2001.

23 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: Радио и связь, 1998.

24 История DWDM. <http://si.ibs.ru/content/si/119/1195-article.asp>.

25 DWDM в Казахстане. <http://www.alcatel.ru/products/networks/all/wdm/a1626lm>.

26 Оборудование DWDM. <http://www.c-tt.ru/content/?fl=486&sn=312>

27 Методическое указание к выполнению курсовой работы по теме «Расчет основных параметров сети при проектировании оптической линии связи».

28 Экономика связи: Учебник для вузов. – Под ред. О.С. Срапионова. – М.: Радио и связь, 1992.

29 Н.П. Резникова. Маркетинг в телекоммуникациях. – М.: Эко-Трендз, 1998.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ШІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Сегізбай Оралхан

5В071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Алмалы микрорайонында интернет желісін ұйымдастыру».

Берілген бітіру жұмысында Алмалы ықшамауданында оптикалық байланыс ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалды және талдау жасалады.


Дипломдық жұмыста оптикалық сигналдардың релееттік шашырауы, атмосферадағы бөгеуілдер түрлері қарастырылып, қысқа импульстердің дисперсиялық жайылуына студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

Жалпы, студент Сегізбай Оралхан 5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне алдын-ала қорғауға ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТЖКТ каф.лекторы, экон.ғыл.канд-ы

 Куттыбаева А.Е.

(қолы)

«24» 04 2019 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жұмыс

Сегізбай Оралхан

5B071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Тақырыбы: «Алмалы микрорайонында интернет желісін ұйымдастыру».

Берілген бітіру жұмысында Алмалы ықшамауданында оптикалық байланыс ұйымдастыру мәселелері қарастырылады. Қолданылатын технология үшін тарату жүйелерінің жабдықтары таңдалды және талдау жасалады.

Дипломдық жұмыста оптикалық сигналдардың релееттік шашырауы, атмосферадағы бөгеуілдер түрлері қарастырылып, қысқа импульстердің дисперсиялық жайылуына студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер өте орынды.

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

Ғылыми жетекші

ЭТЖКТ каф.лекторы, экон.ғыл.канд-ы

Куттыбаева А.Е.

(қолы)

«04» 04 2019 ж.

Дипломдық жұмысқа
РЕЦЕНЗИЯ

Сегізбай Оралхан

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

Тақырыбы: «Алмалы микрорайонында интернет желісін ұйымдастыру».

Орындалды:

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

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында Алмалы микрорайонында интернет желісін оптикалық талшық арқылы тартату сипаттамасы қарастырылады.

Оптикалық сәуленің атмосферада таралуы, электромагниттік толқындардың әсері талданған.

Дипломдық жұмыста оптикалық сигналдардың релееттік шашырауы, атмосферадағы бөгеуілдер түрлері қарастырылып, қысқа импульстердің дисперсиялық жайылуына студент өз тарапынан қандай жақсартулар енгізуі мүмкіндігін көрсете алмаған. Кейбір орфографиялық қателер кездеседі.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған.

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

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

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

Пікір беруші
А.С.Байкенов
Алматы энергетика және байланыс
университетінің, ТКС каф. меңгерушісі,
техн. ғыл. канд-ы
_____ 2019 ж.