

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

Борибаев Берекет

Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

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, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі  
тех.ғыл.канд, профессор

 Е.Таштай

«06» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға

### ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА


Тақырыбы: Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған: 


Борибаев Берекет

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.  
доктор PhD,  
қауымдастырылған профессор

 Әлібек Н.Б.  
«06» 05 2019 ж.



Ғылыми жетекші  
ЭТжҒТ каф.  
техн.ғыл.маг.,  
лекторы

 Төлен Г.Б.  
«08» 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Акпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех. ғыл. канд-ы

Е.Таштай

«09» 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Борисбаев Берекет

Тақырыбы: Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру

Университет ректорының “16” 10 № 1162-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ ” мамыр 2019 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері ITU-T G.984.x стандарты, GPON құрылғылары арқылы Шұғыла ықшам ауданында оптикалық-талшықты кабель байланыс жүйесімен қамтамасыздандыру

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Байланыс жүйесінің GPON технологиясының негізінде талдауы

б) GPON жүйесін жобалау технологиясы

в) Жабдықтарды таңдау және олардың өнімділігін есептеу

г) GPON технологиясы арқылы кенжолакты байланыс жүйесін ұйымдастырудағы эксплуатациялық шығындарды есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14 атау


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Кеңжақты қатынас технологиясы,	8.02.2019	КСҚ
Талшықты оптикалық кабельді таңдау	22.03.2019	КСҚ
GPON техникалық сипаттамалары	21.04.2019	КСҚ

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Тайсариева Қ.Н. PhD., докторы, сениор лектор	02.05.19	

Ғылыми жетекшісі  Г.Толон  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Б. Борибаев

Күні “2” 05 2019 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада қазіргі таңда өте актуалды талшықты – оптикалық тарату желісінің құрылыс кезеңінде Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру мәселелері қаралған. Үлкен арақашықтықтарға жоғары сапалы кеңжолақты арналардың үлкен санын тарату мүмкіншілігімен өзекті. GPON технологиясының өнімділігі 1Гбит/с болатын аталған технология тек IP хаттамасының негізінде ғана емес, сонымен қатар ТДМ негізінде демультисервисті қызметтерді көрсетеді.

## АННОТАЦИЯ

Этот дипломный проект в настоящее время очень оптоволоконный вопросы создания оптической сети GPON в микрорайоне Шугла в период строительства торговой сети. Большие расстояния актуальны из-за большого количества высококачественных широкополосных каналов. Технология технологии GPON со скоростью 1 Гбит / с обеспечит не только протокол IP, но и услуги демультисервисной на основе TMM.

## ANNOTATION

This is a diploma project in the current time is very optimally GPON optical network construction in the micro district Shugla during the construction of a network of shops. The bigger standoffs are the fact that most of the high-definition broad-wave channels. With GPON technology up to 1 Gbps, it does not provide a full IP protocol, but services are sponsored by TMM.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Шұғыла маңында қолданылатын жүйелік технологияларды талдау	10
1.1 Шұғыла маңындағы қазіргі заманғы телекоммуникация желісі	19
1.2 Кеңжалақты қатынау технологиясы	21
1.3 PON деректерді беру технологиясының әдістері	24
1.4 Жобаны іске асыру мәселелері	27
2 Құрылғының таңдалуы	28
2.1 Байланыс желісінің дизайнын жасау	28
2.2 Талшықты-оптикалық кабiлді таңдау	33
2.3 GPON технологиясы ID Home қызметін ұсынылуы	36
3 Есептеу бөлімі	38
3.1 Жүктеу және оны бөлу	38
3.2 Есептеу әдісінің негізделуі	46
3.3 Жабдықтар көлемін есептеу	49
3.4 Икемді коммутатор жабдықтарының есептелуі	51
Қорытынды	54
Қолданылған әдебиеттер тізімі	55



## КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта қазақстандық телевидение пайдаланушылары аналогты телевизиялық трансиверлерді қолданады және сандық теледидар сигналдарын қабылдайды, өйткені олар аналогтық сигналдардың декодері болып табылады және олардың сыртқы көрінісі тұрақты проекция экранында көрсетіледі.

Қазіргі заманғы кабельді теледидар: мультисервистік желі қазіргі заманғы, озық және ұқсас аналогты және цифрлық теледидар мен радио болып табылады.

Бағдарламалық қамтамасыз етудің кең ауқымын, жоғары жылдамдықты Интернетке қолжетімділікті, телефонияны және басқа байланыс қызметтерін ұсынатын көп функциялы интерактивті желі. Бұл желілер мемлекеттік қаржыландырылатын басқа сандық желілерге, спутниктік және спутниктік теледидар желілеріне, кең жолақты қатынауға, елдегі ақпараттық және телекоммуникациялық желілерге қол жетімді болуы тиіс.

Техникалық бағдарланған цифрлы коммутациялық құрылғыда жалпыға ортақ телефон желісін таңдау кезінде теміржол желілерінің жұмысына назар аудару керек. Критерийлерді таңдау желілік құрылымды ұстауға, сандық жүйелерді таңдауға, сандық қосқыштарды, операциялық және технологиялық желілерді және әртүрлі ақпараттық жүйелерді, басқару жүйелерін және желілік қызметтерді пайдалануға әсер етеді. ROW құрылғыларын пайдалану әр түрлі өндірушілерге (халықаралық стандарттарға сәйкестігі), сондай-ақ олар сәйкес келетін талаптарға жауап беретін бірыңғай жүйелік блокқа арналған.

Пассивті оптикалық желінің мәні, сондай-ақ оның атауы бөлек сызық жеке қалыптасады: оптикалық сигналды бөлу пассивті оптикалық күш бөлгішпен жүзеге асырылады. Осы артықшылыққа байланысты, қол жеткізу жүйесіндегі ең төменгі шығындар минималды болып табылады, сондықтан желіні басқару өте аз, сондықтан тарату желілерінің ауқымын және дәлдігін жоғарылатудың қажеті жоқ.

Бұл тезис жобасы Шұғыла ықшам ауданының төңірегінде GPON желісін жобалау принциптерін сипаттауға арналған.

Бұл технология тек МТС-ге негізделген мультисервистік қызметтерді ғана емес, сонымен қатар TDM-ді ғана емес, IP-ды ғана емес, IP-ге де ұсынады.

GPON технологиясы бар осы үш талшықты-оптикалық желілер негізінде, OLT, ONU және ODN құрылғыларын орнату үшін кеңжолақты қатынау қызметтерін пайдалануға болады. Тұтынушыларды заманауи телекоммуникациялық қызметтермен қамтамасыз етеді: IPTV, VoIP, Интернет.

GPON желілері бір уақытта бір талшықтан трафиктің әртүрлі түрлерін таратуы мүмкін. GPON-тың тағы бір маңызды нүктесі - барлық клиенттік

құрылғылардың сақиналық топологиямен салыстырғанда терминалдары, яғни кез келген абонентті ажырату басқалардың жұмысына кедергі келтірмейді. Сақиналы диаграммада кез келген абонент жойылуы мүмкін, ал басқа абоненттерді тоқтатуға болады. Топологияға байланысты әр маршрут жеке портты бастайды. Басқа порттар жұмыс істемейді, бұл құрылғыны сақтамай-ақ пайдаланылмайды дегенді білдіреді. GonPhone ақпаратты тікелей арнаға жіберетін кең жолақты байланыс механизмін қолданады. Бұған қоса, құрылғы құрылғы тиімді пайдаланатын абоненттер арасындағы өткізу жолағын динамикалық түрде бөледі.

Бұл GPON құрылғысы операторлар төлейтін баға бойынша қымбат емес. GPON желілерінің қарапайым кеңейтімі - жаңа құрылғыны жүктеу және орнату үшін жаңа абонентті қосу керек. GPON технологиясының әлсіз нүктелеріне байланысты. Ағаш GPON жағдайда, сымның соңғы зақымдалуы филиалдың толық түсуіне себепші болады. GPON үшін оптикалық кабельді резервтік көшіруге ешқандай кедергі жоқ, бұл кейбіреулердің құнын арттырады.

## **1 Шұғыла маңында қолданылатын жүйелік технологияларды талдау**

### **1.1 Шұғыла маңындағы қазіргі заманғы телекоммуникация желісі**

Жоба 48 компьютерге негізделген VOS базалық желісінің құрылымына негізделген 48 GPON технологиясын ұйымдастыруды қарастырады. Бұл 1:64 тарату 100/1000 (Mbps) 3.072 портқа сәйкес келеді. Шұғыла ауданындағы FTTH желісінің жобасы В қосымшасында келтірілген.

Сплитер оптикалық таратқыштар тұрғын аудандарында орналасқан. Мұны істеу үшін жүктемені анықтау керек, сондай-ақ үйде 8 талшықты-оптикалық сызық бар.

### **1.2 Кеңжолақты қатынау технологиясы**

Қазіргі уақытта барлық желілік операторлар телефон, Ethernet, кабельдік теледидар сияқты кең ауқымды қызметтерді ұсынады. Сондықтан, мультисервистік қызмет кеңжолақты байланыс үшін негізгі термин болып табылады [4].

Көптеген өндірушілер ADSL2 +, VDSL2, SHDSL, Ethernet және GPON технологиялары негізінде оптикалық байланыс қызметін ұсынады.

Байланыстың технологиясын дамыту нәтижесінде абоненттердің коммуникациялық арналар мен өткізу қабілеттілігіне қойылатын талаптар өсуде. Бір жағынан, жаңа технологиялық қызметтерді енгізу - бұл байланыс операторларының дамуы, атап айтқанда олардың өнімділігі және абоненттер үшін орташа табыс. Moore заңын ескере отырып, орташа жылдамдық 1-ден 10 Мбит / с-қа дейін жетеді. Бұл көптеген қалаларда DSL және Ethernet қатынау қызметтеріне сәйкес келеді.

Үш есе ойнайтын IPTV өткізу қабілеттілігінің негізгі тұтынушысы. Сандық теледидар үшін талап етілетін өткізу қабілеттілігі - 18-20 Мбит / с. IP-телефония және басқа қызметтер ұсынсаңыз, өткізу қабілеті 25-30 Мбит / с. Сондықтан, соңғы миль технологиясын таңдау күтілуде.

Мысалы, ADSL2 + технологиясын пайдалану жылдамдықты қажет етеді, бірақ қашықтан және нашар желі сапасы өткізу қабілеттілігінің өнімділігін төмендетеді. Сонымен қатар, көптеген телекоммуникациялық операторлар оптикалық кабельдік жүйелері жоқ болғандықтан, көптеген өтініштер мен өтініштерді орындай алмайды. Инкапсуляцияның құны жүктемені басқару үшін қолданылатын технологияға және өткізу

қабілеттілігін бағалай алатын трафик түріне байланысты қосылуы мүмкін. IP бейне үшін келесі мәндерді қарастыруға болады:

- банкоматтарға негізделген DSL технологиясы - 17% (ADSL, ADSL2 +, G.SHDSL);

- IEEE 802.3h (EFM) үшін VDSL / VDSL2 үшін 6%;

- Ethernet және EPON үшін 5%;

- GEM инкапсуляциясы қолданылған жағдайда GPON үшін 5%;

- АТМ негізінде GPON үшін 18%.

- Егер FEC қате түзету қосылған болса, бұл сандар GEM үшін 10% және АТМ инкапсуляциясы үшін 23% құрайды.

Мысалы, егер абонент 2HD + 2SD ағындарын 1 Мбит / с жылдамдықта біріктірсе, банкоматтың ені 29 Мбит / с, Ethernet немесе EPON - 26 Мбит / с.

Міне, кейбір стандарттар қолданылады. SD стандарты (стандартты анықтау) 1950 жылдарға арналған ескі бейне сақтау жүйесін жасайды. Жиілік секундына 25 кадр және секундына 29.97 кадр болды. Өткізу жиілігі 4-6 МГц. SD 720 · 576 пиксельдегі секундына 25 кадр.

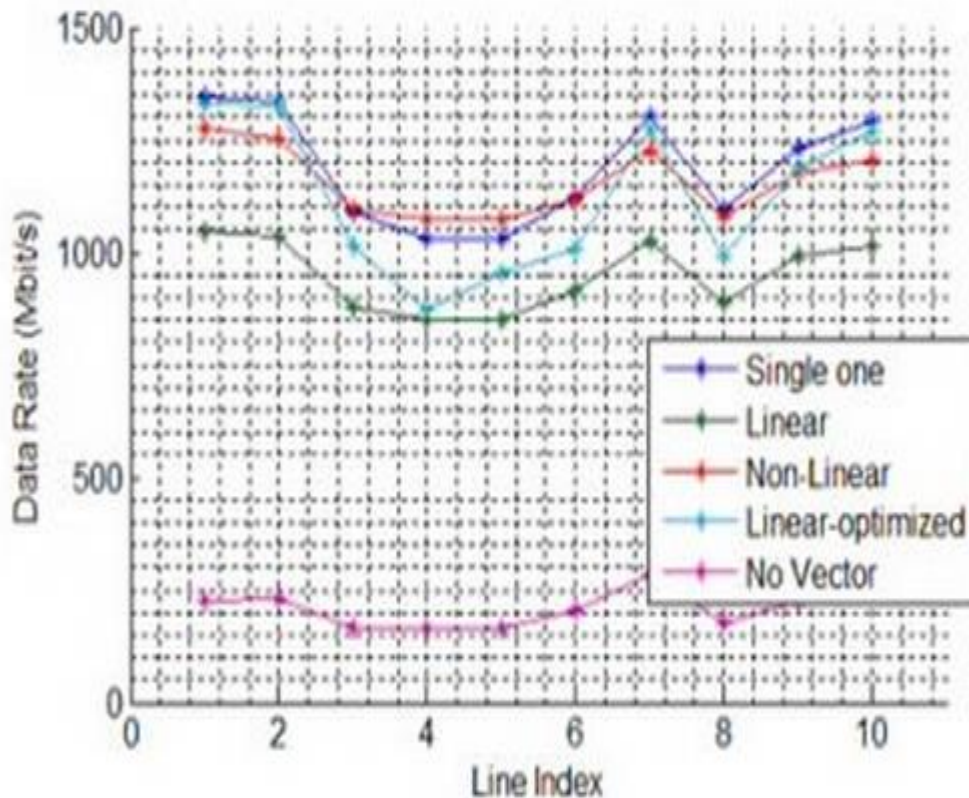
HD (High Definition) - жаңа бейне стандарты. Бұл стандарт SD стандартына қарағанда әлдеқайда жоғары, өткізу қабілеті мен HD түсінің кең ауқымына ие және 16: 9 арақатынасы бар.

Қазіргі уақытта технологияның дамуы нәтижесінде әрбір кадр толығымен бейнеленген. (High Definition Video - High Definition Display) - жоғары ажыратымдылықтағы бейне жазу мүмкіндігін береді.

Сондықтан, операторлар желіні дамытуға және құрылыс үшін жаңа технологияларды енгізуге қойылатын талаптармен жабдықтаушыларға қызмет көрсетуі керек.

Абонент үшін өткізу жолағын кеңейте отырып, әртүрлі коммуникациялық технологиялар мен сәулеттерді салыстырамыз. Кейбір абоненттер ассиметриялық DSL технологиясын ұсынады (ADSL, VDSL), симметриялық DSL технологиясы корпоративтік клиенттер үшін кеңінен қолданылады. DSL желісіне кіру нүктесі оператор сайтында орналасқан және барлық DSL технологиясы сигналдардың жоғалуын шектейді және басқа кабельдердің сырғуын болдырмайды.

Абонент ADSL2 +, (VDSL2 және ADSL2 +) арқылы жоғары жылдамдықтағы хабар алмасуымен байланыса алады. 1.1-сурет DSL технологиясының жылдамдығын көрсетеді: DSL желісі үшін кабельдің 50% дейін және абоненттік желі үшін 3 км дейін.



Сурет 1.1-- DSL жылдамдығының коэффициенті

Мысалы, жоғары жылдамдықпен 4 км-ге дейін, 6-9 Мбит / с дейін және 6 миль 1-3 Мбит / с дейін. Бұл байланыс архитектурасы елеулі өзгерістерге ұшырамады және жаңа технологиялық қызметтерді ұсына алмайды. Бұл мәселе телекоммуникация желісінің инфрақұрылымына талшықты-оптикалық желіні енгізу жолымен шешілетініне сенімдіміз.

FTTx технологиясының негізі (Fiber To The Something) [6], [7].

FTTx «X» технологиясы басқаша пайдаланылады, мысалы:

- кейбір жерлерде талшықтарды пайдалану, мысалы, мыс кабелімен жолдың кейбір учаскелеріне талшықты-оптикалық кабельді қосу:

а) платформадан түйінге дейін - талшықтан облысқа / түйінге (FTTN) дейін;

б) талшықтан қорғанышқа / кабинетке (FTTC);

- пассивті оптикалық желілер арқылы талшықты-оптикалық абонент үшін пассивті оптикалық сызықтар;

- Тығыз талшықты-оптикалық талшық (FTTP);

- үй талшығының немесе PON немесе Ethernet арқылы корпоративтік клиент;

а) үй талшықтары - үй талшықтары (FTTH);

б) Құрылыс талшықтары (FTTB).

### 1.2.1 PON технологиясы

Қазіргі уақытта жаңа кіру желілерінің құрылысы (соңғы миль), сондай-ақ ОЦ желісін салу және ескі желіні жаңғырту тиімді. Сондай-ақ талшықты-оптикалық қолжетімділік технологиясының көптеген нұсқалары бар. Micro SDH, оптикалық Ethernet және оптикалық модемдерге негізделген шешімдер дәстүрлі түрде жаңа болды, ал пассивті оптикалық желі сәулетінде PON (Passive Optical Network) пайдаланылды.

PON технологиясының артықшылықтары:

- желі құрылысының төмен құны;
- инфрақұрылымды құру перспективалары;
- желінің жұмыс істеуі мен қызмет көрсетуінің төмен құны;
- сенімділік;
- желінің қалыпты өсуі;
- Жоғары икемділік және тағы басқалар.

PON технологиясы қазіргі уақытта кеңінен қолданылады, бірақ бұл бірегей нүкте емес. PON тек бір оптикалық дискіні, гео-желілік функциялардың кең спектрін және әртүрлі талаптары бар көптеген клиенттерге қол жетімділікті қамтамасыз етеді.

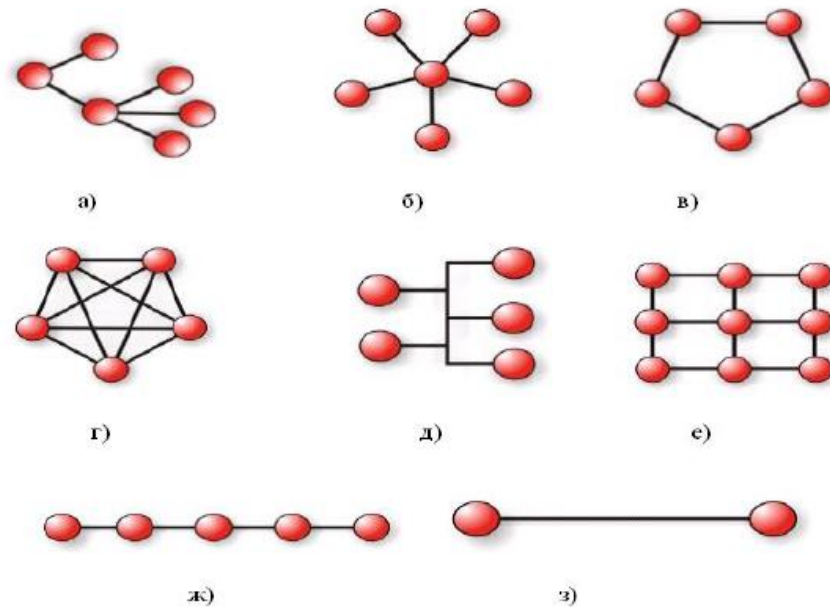
Сыртқы кабельдік жүйеде электрлік және қуатты жабдықтардың болмауына байланысты PON технологиясы пассивті және түзеткіш құрылғыларды, батареяларды, сыртқы мультиплексорларды, кабель шкафтарын, сондай-ақ «пассивті құрылғыларды» пайдалануды тудырмайды. Оның орнына телефон түйінде «әрекет» бар.

### **1.1.2 PON Technology шолу**

PON (пассивті оптикалық желілер) - оптикалық талшыққа кеңжолақты көп қызметті қол жеткізудің ең перспективті технологиясы. PON технологиясының мәні оның атына сәйкес келеді, бөлінген желі белсенді құрамдас бөліктерсіз құрылады, оптикалық сигнал түпнұсқалық оптикалық байланыс желісіндегі оптикалық күш бөлгіштердің пассивті бөлгіштері арқылы бөлінеді.

Пассивті оптикалық желі үш негізгі элементтен тұрады: терминал терминалы OLT, пассивті оптикалық сплиттер және ONT абоненттік терминал. OLT PON желісі сыртқы желілерді қамтамасыз етеді және бөлгіш оптикалық сигналды PON желісіне таратады, ал ONT абоненттік жағынан қажетті интерфейстерді алады [1].

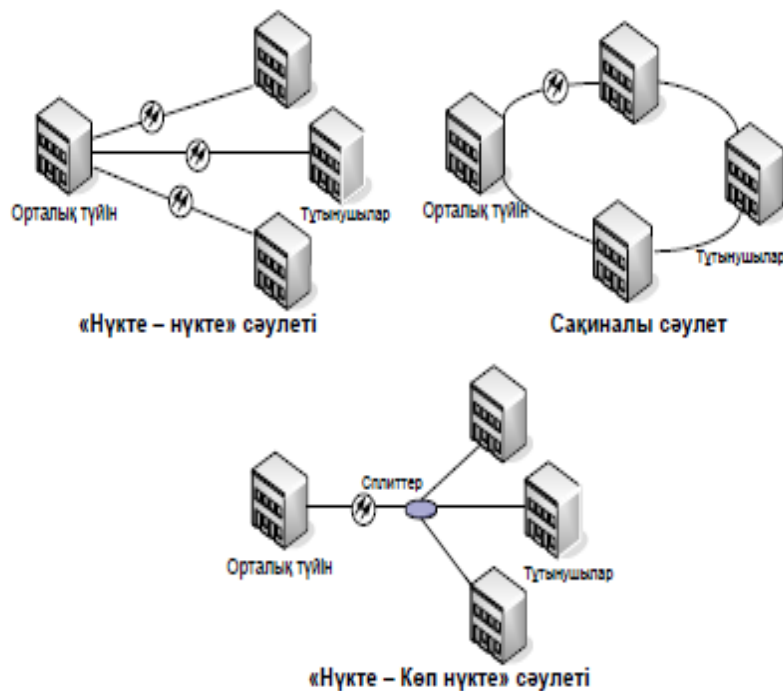
PON түрлі топологияларда жасалуы мүмкін. Мысалдар 1.2 суретте көрсетілген.



а) сызықты ағаш, б) ағаш, в) сақина, г) жұлдызша, д) шина, е) ұяшық, ж) нүкте көп нүкте, з) нүкте-нүкте

Сурет 1.2 — PON технологиясының топологиясы

Қатынас желілерінің әртүрлі топологияларын қарастырғанда, сіз үш негізгі архитектураны көрсете аласыз: 1.3-суретте «сақина», «нүкте-нүкте» және «нүкте-нүкте».



Сурет 1.3 – Қатынау желілерінің үш бастапқы топологиялары

Сақиналық топологияны пайдаланған кезде (Micro SDH және т.б.) Барлық қол жетімді желілерде барлық сақиналық түйіндер тиімді жұмыс істеу үшін біріктірілуі керек. Бірақ мұндай дизайндағы тұтынушыларды қосу мүмкін емес. Сонымен қатар бүкіл сақиналық желіні кішігірім сандық абоненттерге қосу бастапқыда жоғары шығындарға әкеледі. Клиент сервистік келісімшартқа қол қойғанға дейін абоненттік оптикалық түйінді жасау ұсынылады. Осылайша, нақты қатынау желілерінің көптеген топологиялары ықшам («кішірейтілген қоңыраулар») немесе бір кабель арқылы таратылады.

Жаңа абоненттер қоңырауға қосылып, сақинаны ажыратып, жаңа сегментті қосады. Абоненттердің осындай сақинаға қосылу сенімділігі туралы айту қиын. Сондықтан, абоненттік арналар SDH қатынау желілеріндегі нүктелі-нүктелік топологияны пайдаланады.

Жоғарыдан төмен кіру нүктелерінде туындайтын басты мәселе - кабельдік жүйелер тиімді болғандықтан, ғимараттың сыртында орналасқан. Бұл архитектурада орталық ғимараттан әр ғимаратқа бөлек мультиторлы талшықтарды (немесе төрт резервтік көшіруді) ескертусіз орналастыру қажет. Бұл әдіс төмендегілерге негізделген: егер абоненттік түйіндер (ғимаратта, кеңседе, мекемеде абоненттердің жалпы саны) телекоммуникация қызметтері үшін өте тиімді болса, олардың әрқайсысында жеке кабель бар [6].

Ethernet қатынау желісі өте дерексіз салалық сәулетпен сипатталады. Дегенмен, бір құрылғының біреуі компьютерге (коммутатор, маршрутизатор) қосылған және осы белсенді құрылғылардың порттары тек нүктелі-нүктелі топология арқылы ғана қол жетімді болады. Сақтық көшірме сілтемелері (нүктелер деп те аталады) екі бөлек порттармен жасалады.

PON технологиясының негізі болып табылатын нүктелік-топологиялық топология, ондағаннан астам тұтынушыларды қамтитын үлкен сәулеттің талшықты-оптикалық сегменті бар. Бұдан басқа, салалық хабтар техникалық қызмет көрсету және қызмет көрсетуді талап етпейтін ықшам, толық пассивті оптикалық таратқыштар (бөлгіштер) бар. Splitter - 1310 нм (негізгі диапазонда немесе өткізу қабілеті О, түпнұсқа) және 1550 нм (негізгі диапазон немесе С ауқымы, қалыпты мән) жұмыс істеуге тиіс екі компьютер. Коллекторда өлшеу құралы ретінде кабельдік құрастыру болуы мүмкін.

Топологиядағы бөлу нүктелерін бөлуді оңтайландыру оптикалық талшықты бірнеше рет үнемдейді және кабельдік инфрақұрылымның құнын төмендетеді. Барлық абоненттік түйіндер өшірілген, яғни. олардың біреуі мүгедектік немесе ақаулық болып табылады және басқаларға кедергі жасамайды. Әрбір талшық сегменті орталық ядроғағы бір қабылдағышқа (нүктелік топологиямен салыстырғанда) қосылады, сондай-ақ құрылғылардың санын бірнеше рет азайтады. Желіні дамыту дұрыс бағытта қалыпты болуы мүмкін [6]



### 1.2.3 PON болашақта даму түрлері

Сақиналық топологияны пайдаланған кезде (Micro SDH және т.б.) Барлық қол жетімді желілерде барлық сақиналық түйіндер тиімді жұмыс істеу үшін біріктірілуі керек. Бірақ мұндай дизайндағы тұтынушыларды қосу мүмкін емес. Сонымен қатар бүкіл сақиналық желіні кішігірім сандық абоненттерге қосу бастапқыда жоғары шығындарға әкеледі. Клиент сервистік келісімшартқа қол қойғанға дейін абоненттік оптикалық түйінді жасау ұсынылады. Осылайша, нақты қатынау желілерінің көптеген топологиялары ықшам («кішірейтілген қоңыраулар») немесе бір кабель арқылы таратылады.

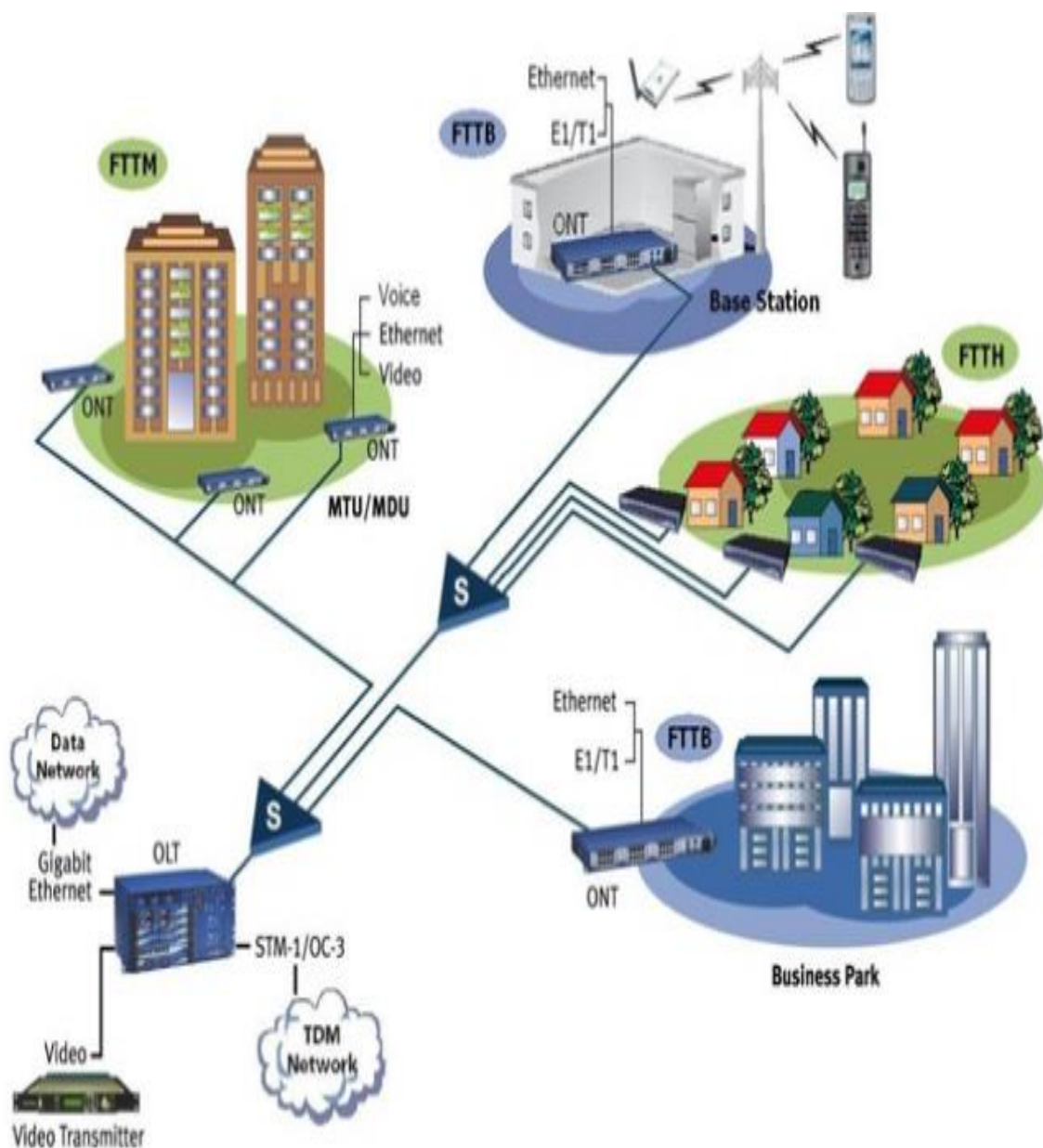
Жаңа абоненттер қоңырауға қосылып, сақинаны ажыратып, жаңа сегментті қосады. Абоненттердің осындай сақинаға қосылу сенімділігі туралы айту қиын. Сондықтан, абоненттік арналар SDH қатынау желілеріндегі нүктелі-нүктелік топологияны пайдаланады.

Жоғарыдан төмен кіру нүктелерінде туындайтын басты мәселе - кабельдік жүйелер тиімді болғандықтан, ғимараттың сыртында орналасқан. Бұл архитектурада орталық ғимараттан әр ғимаратқа бөлек мультиторлы талшықтарды (немесе төрт резервтік көшіруді) ескертусіз орналастыру қажет. Бұл әдіс төмендегілерге негізделген: егер абоненттік түйіндер (ғимаратта, кеңседе, мекемеде абоненттердің жалпы саны) телекоммуникация қызметтері үшін өте тиімді болса, олардың әрқайсысында жеке кабель бар [6].

Ethernet қатынау желісі өте дерексіз салалық сәулетпен сипатталады. Дегенмен, бір құрылғының біреуі компьютерге (коммутатор, маршрутизатор) қосылған және осы белсенді құрылғылардың порттары тек нүктелі-нүктелі топология арқылы ғана қол жетімді болады. Сақтық көшірме сілтемелері (нүктелер деп те аталады) екі бөлек порттармен жасалады.

PON технологиясының негізі болып табылатын нүктелік-топологиялық топология, ондағаннан астам тұтынушыларды қамтитын үлкен сәулеттің талшықты-оптикалық сегменті бар. Бұдан басқа, салалық хабтар техникалық қызмет көрсету және қызмет көрсетуді талап етпейтін ықшам, толық пассивті оптикалық таратқыштар (бөлгіштер) бар. Splitter - 1310 нм (негізгі диапазонда немесе өткізу қабілеті О, түпнұсқа) және 1550 нм (негізгі диапазон немесе С ауқымы, қалыпты мән) жұмыс істеуге тиіс екі компьютер. Коллекторда өлшеу құралы ретінде кабельдік құрастыру болуы мүмкін.

Топологиядағы бөлу нүктелерін бөлуді оңтайландыру оптикалық талшықты бірнеше рет үнемдейді және кабельдік инфрақұрылымның құнын төмендетеді. Барлық абоненттік түйіндер өшірілген, яғни. олардың біреуі мүгедектік немесе ақаулық болып табылады және басқаларға кедергі жасамайды. Әрбір талшық сегменті орталық ядроғағы бір қабылдағышқа (нүктелік топологиямен салыстырғанда) қосылады, сондай-ақ құрылғылардың санын бірнеше рет азайтады. Желіні дамыту дұрыс бағытта қалыпты болуы мүмкін [6]



Сурет 1.4 – PON желісінің құрылымы

PON желісінің бір сегменті 32 абоненттік терминалдың 20 км-ін қамтиды. Барлық абоненттік түйіндер терминалдар болып табылады, яғни олардың біреуі сәтсіз немесе сәтсіз, ал басқа түйіндер жұмыс істемейді. Әрбір абоненттік түйін 10/100 BaseT интерфейсі және 20 E1-ге дейін [1] қамтамасыз ететін жүздеген абоненттерді орналастыратын әдеттегі тұрғын немесе кеңсе ғимаратына арналған.

Бір талшықты-оптикалық өткізу қабілеті тікелей арнаның өткізу қабілеттілігі мен мобильділік абоненттері арасында динамикалық түрде бөлінеді. Ағынның төменгі ағымы орталықтан абоненттерге 1490 немесе 1550 нм жылдамдықпен 1 -Гбит / с жылдамдықта (барлық абоненттер үшін) келеді. Толық ұзындығы 1310 нм және жалпы жылдамдығы 1 Гбит / с TDMA арқылы жоғары шығу ағыны (TDMA) протоколы үшін пайдаланылады.

## 1.2.4 PON түрлерін тоқтату

PON сериясында негізгі хаттамалар үшін шешуші маңызы бар бірнеше бағдарлама бар. PON желілерінің түрлері 1.1-кестеде келтірілген.

Кесте 1.1 - PON желілер жинағы

Аталуы	Стандарт (Ұсыныс)
APON (ATM PON)	ITU-T G.983.x ұсынысы
BPON (Broadband PON)	ITU-T G.983.x ұсынысы
EPON (Ethernet PON)	IEEE 802.3ah/ IEEE 802.3av стандарттары
GPON (Gigabit PON)	ITU-T G.984.x ұсынысы

APON / BPON технологиясы. 90-жылдардың ортасында танымал банкомат соңғы сапалы байланыс пен QoS қызметтерін жоғары сапалы мазмұнмен қамтамасыз етті. Сондықтан PON желісі арқылы мультисервистік қызметтерді ұсынатын FSAN банкоматты оның негізі ретінде таңдады. 1998 жылдың қазан айында PON ағашындағы банкоматқа негізделген және APON (ATM PON) деп аталатын бірінші ITU-T G.983.1 стандарты пайда болды. Кейінірек G.983.x сериясында (x = 1-7) 622 Мбит / с жылдамдықта көптеген жаңа түзетулер мен бағдарламалар пайда болды. 2001 жылдың наурызында BPON тұжырымдамасын қолдайтын G.983.3 қосымшасы енгізілді және PON стандартына жаңа мүмкіндіктер қосылды:

- әртүрлі қосымшаларды (дауыстық, бейне, деректер) беру - өндірушілер OLT-ді магистральға қосып, ONT пайдаланушы интерфейсіне қосылуға тиіс;

- Спектралды масштабтау қосымша қызметтерді ашады - бір PON филиалы қосымша толқын ұзындығын ашады, мысалы, кең жолақты теледидарлар үш рет жаңартылады.

«Осы стандартты әзірлеу нәтижесінде APON-ке Broadband PON атауы берілді.

- Динамикалық өткізу қабілеттілігін бөлу APON-тың әртүрлі қосымшаларымен және түрлерімен динамикалық бөлінуімен, сондай-ақ кеңжолақты және қысқа сервистермен қамтамасыз етілді.

- Ethernet 10 / 100Base -TX, Apron (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, PAL (SDI) және E1 (G.703) интерфейстері бар әртүрлі өндірушілер. (FXS) телефониядағы пайдаланушы интерфейстері.

- Ағынға тікелей қол жеткізе алатын PON ағашында әлеуетті анықталмаған потенциалдармен және ашық кілт шифрлау әдістерімен алдыңғы APON тіркелгі деректерімен қамтылмаған ONT деректеріне қол жеткізу мүмкіндігі. Кері ағындарды шифрлаудың қажеті жоқ, сондықтан оператордың шекаралары орнында.

- EPON технологиясы. 2000 жылдың қарашасында EIS (EIS) EIS (EIS) EIS (EIS) алғаш Ethernet арқылы Ethernet желісінің 802.3h архитектурасы үшін PON 802.3h инженері үшін қолданысқа берілді, ол қазір көптеген Ethernet желілері үшін қолданылуда. EFMA (First Mile альянсындағы Ethernet) - 2001 жылдың желтоқсанында құрылған Одақтың параллельдік жобасы. EFMA және EFM арнайы комиссиялары бір-бірін толықтырып, стандартпен тығыз жұмыс істейді. EFM IEEE қарағанда техникалық мәселелерге көп көңіл бөлсе, EFMA технологиясы өнеркәсіп пен бизнес аспектілерін пайдаланады. Бұл ынтымақтастықтың мақсаты операторлар мен жабдықтарды

өндірушілер арасында келісімге қол жеткізу және магистральдық стандарттарға толығымен қосылған IEEE 802.17 IEEE 802.3 пакет сақинасымен жұмыс жасау болып табылады.

- EPON (Ethernet PON) өте тиімді шешім болуы мүмкін.
- IEEE 802.3 oh шешімінде желіге қатынау үшін үш түрлі стандарттау шешімі бар:
- EFMC (EFM мыс) - екі нүктелі мыс негізіндегі ерітінді. Бүгінгі күні бұл стандарт аяқталды. Екі негізгі балама: G.SHDSL және ADSL +.

- EFMF (EFM талшығы) - негізгі талшықтарымен нүктелік-нүктелік шешім. Стандарттаудың әртүрлі типтері стандартталуы керек: «бір толқын ұзындығы бар талшықтарға арналған дуплекс», «түрлі толқындар».

- дуплекс ұзындығы талшықтары, жұп дуплексті талшықтар, оптикалық таратқыштардың жаңа түрлері. Мұндай шешімдерді бірқатар компаниялар бірнеше жылдар бойы ұсынды, мысалы, «меншік». Оларды стандарттау уақыты келді;

- EFMP (EFM PON) - негізгі талшықтары бар нүкте-нүктелік шешім. Бұл шешім EPON EPON-қа ұқсас.

- EPON технологиясының артықшылықтарының дәлелі IP-негізделген Интернет протоколдарына және Ethernet стандарттарына сәйкес екенін түсіну арқылы расталады.

GPON технологиясы. Сурет 2.6 - GPON желісінің диаграммасы (Gigabit PON) 2.6-сурет - GPON желілік графикасы (Gigabit PON) 2.7-сурет - GPON желісінің диаграммасы (Gigabit PON). Осылайша, PON желісінің сыйымдылығы артып, түрлі көп қызметті қолданудың тиімділігі артты. 2003 жылдың қазан айында GPON G. МӘС-Т ұсынысы GPON 984.3 стандартын қабылдады.

GPON 2,5 Гбит / с дейін 2,5 Гбит / с дейін Қабырғалық құрылымға масштабтау Трансфер жылдамдығы және PON ағашындағы алға және артқа ағыны, сондай-ақ әр түрлі операциялық жүйелер үшін бірдей жылдамдықты қамтамасыз етеді. GPON ITU-T моделі 704.1 стандартты gfp негізіндегі синхронды тасымалдау қызметі (хаттамалық инкапсуляцияны қамтамасыз ететін жалпы хаттама). соның ішінде TDM. Бұл жағдайда, мысалы, желінің өткізу қабілеттілігін жоғарылату және желінің өткізу қабілеттілігін жоғарылату керек.

EPON және GPON-мен салыстырғанда, EPON құрылымы көптеген стандарттарға (мысалы, TDM) сәйкес келмейтін қарапайым Ethernet жақтауынан тұрады. GPON контрастын құрылымы.

Осылайша GPON пассивті оптикалық желісі Ethernet және талшықты-оптикалық инфрақұрылым сияқты ең тиімді байланыс желілерінің бірі болып табылады.

### 1.2.5 GPON мүмкіндіктері

BPON жүйесі арқасында GPON жүйесі магистральді қажет етпейді, себебі ол қосымша шекті орнатады және мақсаттарға қол жеткізуге кедергі келтіреді. Дегенмен, BPON стандартында GPON-да қашықтық диаграммалары (масштабтау), DBA-ның динамикалық өткізу қабілеттілігін басқару, сондай-ақ OMCI және абоненттік тораптар (ONT) [11] өзгерді.

GPON мүмкіндіктері:

- GEM жаңа GPON абоненттерін қосу үшін «гигабайт инкапсуляция режимін» пайдаланады;

- симметриялық және антисимметриялық жылдамдықты қолдау (жоғары өнімділік және шығу);

- 256 бір толқын ұзындығы ONT тарапынан логикалық түрде қолдау көрсетеді;

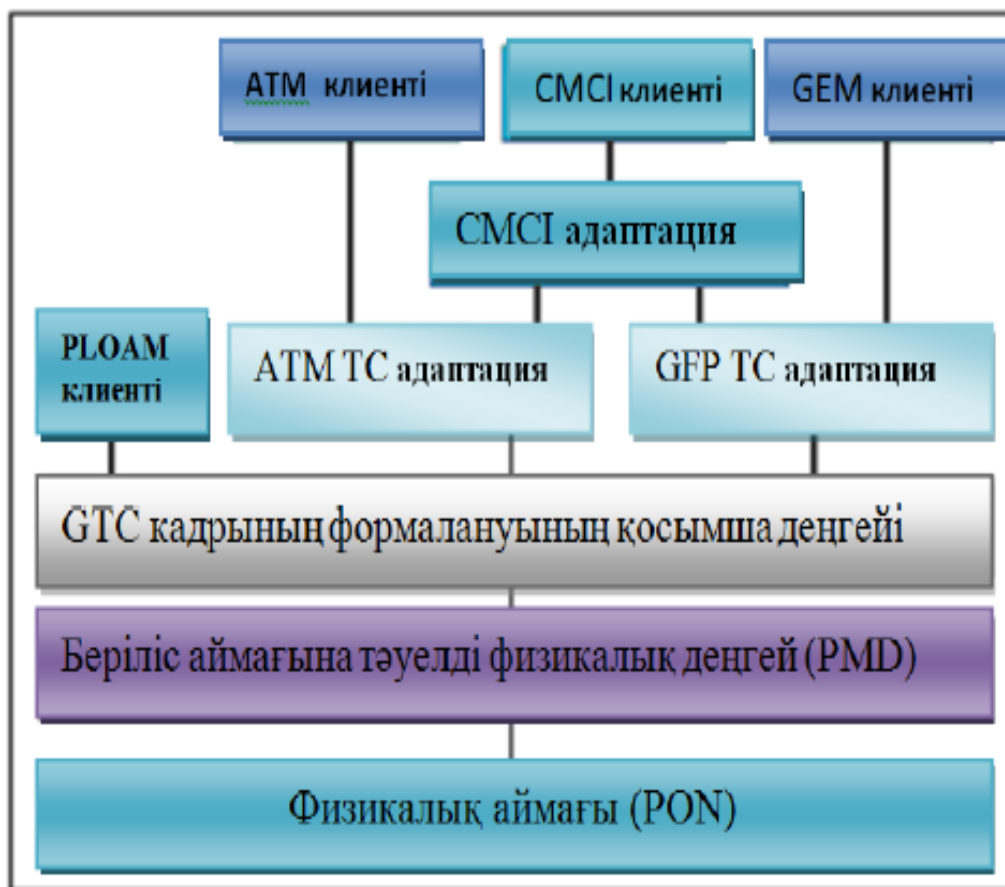
кіретін маркерлерге (индекстерге) байланысты жоғары өткізу механизмі;

- қорғаудың биттік байттарының саны;
- автоматты және мерзімді ONT іздеудің жаңа тәсілі;
- Терезелерде дрейфті анықтауды автоматты түрде масштабтау;
- AES алгоритміне байланысты әрбір ONT байланысын қорғау;
- Абоненттік желі орталығының (ONT) (OLT) көптеген жағдайлары мен есептеуі;

- таратылған OAM арналары;
- Әр арнаның тарату қабілеті (SLA - Қызмет деңгейі туралы келісім).

Көліктік менеджмент деңгейінің құрылымы (ТП деңгейі).

GPON жүйесі көлікті басқару құрылымын сипаттайды. 2.2-сурет жүйенің барлық деңгейлері үшін GPON TC (GTC) протоколын көрсетеді. GTC деңгейінің екі төменгі деңгейі бар:



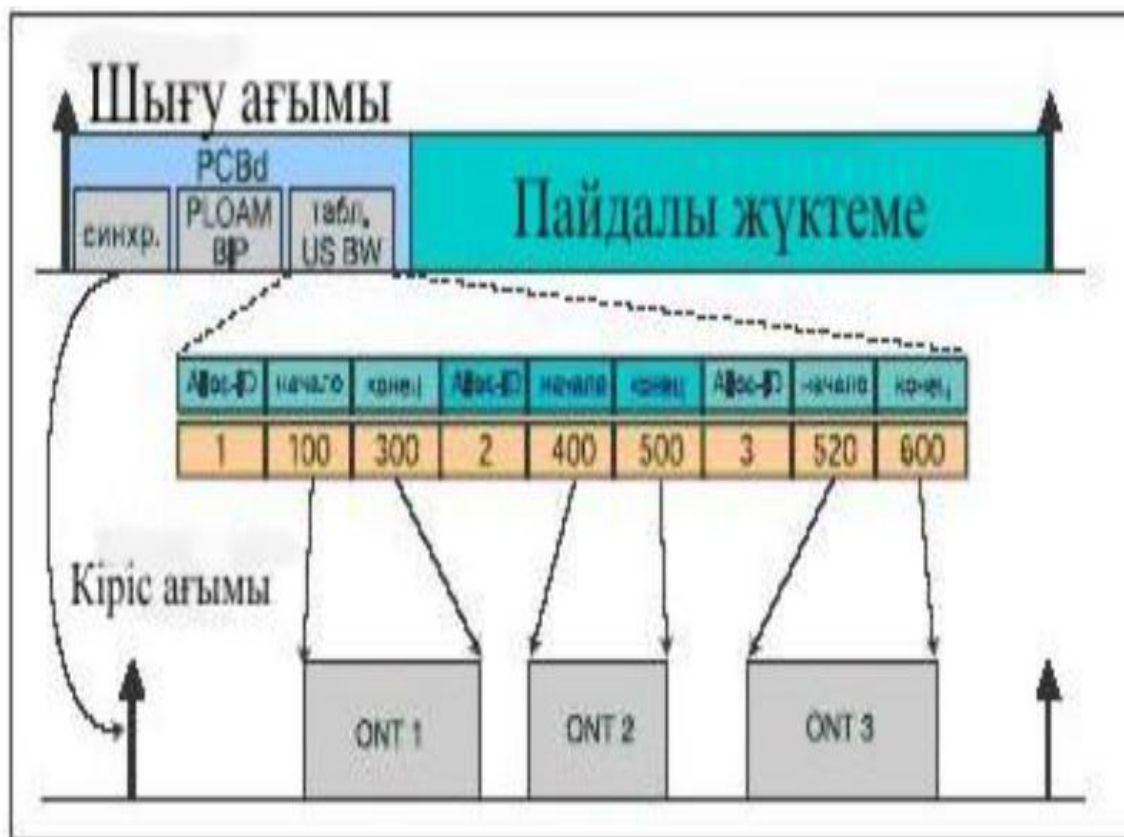
Сурет 1.5 - GPON деңгейінің құрылымы

GTC кодын және кіші әрекеттерді жасаңыз. Екінші жағынан, GTC бақылау / басқару элементтерін қамтиды, трафиктің ағындарын, қауіпсіздік мүмкіндіктері мен OAM функцияларын бақылайды және пайдаланушы

жазықшаларына трафик жібереді. GTC кадрларды жасау деңгейі ATM, OAM және OAM (PLOAM) физикалық қабатына сәйкес GTC кадрларды қолдана отырып конфигурацияланған. Тұрақты банкоматтар және GFP SDU (бос блоктары) (хаттама блоктары).

Барлық GPRS деректеріне GTC жақтауын жасау үшін толық қол жетімді болуы керек. Бұл орталық ONT мәзірінің экранының ең төменгі бұрышына сәйкес келеді. GPON трафиктің экологиялық мониторингін қамтамасыз етеді. Негізгі фреймдер жоғары немесе жоғары ток ағындары үшін ашылмалы мәзірді көрсетеді.

Қоршаған ортаны басқару тұжырымдамасы 1.6-суретте көрсетілген. OLT индикаторлары (маркерлер) PCBd жібереді және бұл маркерлер әрбір ONT оның көтерілуін және құлау уақытын көрсетеді. Сол сияқты, ONT қоршаған ортаға қол жеткізе алады және қалыпты жұмыс кезінде дәлелдер пайда болмайды. Индикаторлар OLT-ке 64 Кбит / с статистикалық өткізу қабілеті бар ортаны басқаруға мүмкіндік беретін байттар ұсынылады.



Сурет 1.6 - GPON Access Control

Төменгі ағынның негізін салу.

1.7-сурет төменгі құрылымды көрсетеді. Раманың ұзындығы 125 мс дейін және төменгі өткізу қабілеті (1244 Гбит / с немесе 2488 Гбит / с) болады. Сонымен қатар, кадрдың өлшемі 24480 байт 2,424 Гбит / с және

388880 байт 2,488 Гбит / с. Сол кадрдағы екі PCVd таратқышы бірдей және жылдамдыққа байланысты (тарату идентификаторымен бір идентификатор).



Сурет 1.7– GPON төмен түсетін ағынның кадр құрылысы

- Өртүрлі қызметтерді жеткізу үшін операторлар өткізу қабілеттілігін пайдалану керек, ал пассивті оптикалық желілер GPON G.7041 инкапсуляция әдісімен қолданылады. Стандартталған GFP ANSI аккредиттеуі T1X1 комиссиясы пайдаланылады, ол ITU-T шығарған МӘС-Т стандарты стандарттарын аяқтау үшін бірге жұмыс істеуге шешім қабылдады. GFP G.7041 ресми түрде МӘС-Т ұсынысы ретінде стандартталған. Сонымен қатар, GEM пайдалану кезінде GPON TC деңгейі табиғатта синхрондалады және TDM-ге қызметтерді тікелей қолдауға мүмкіндік беретін әдеттегі SONET 8 кГц кадрларды (125 мкс) пайдаланады.

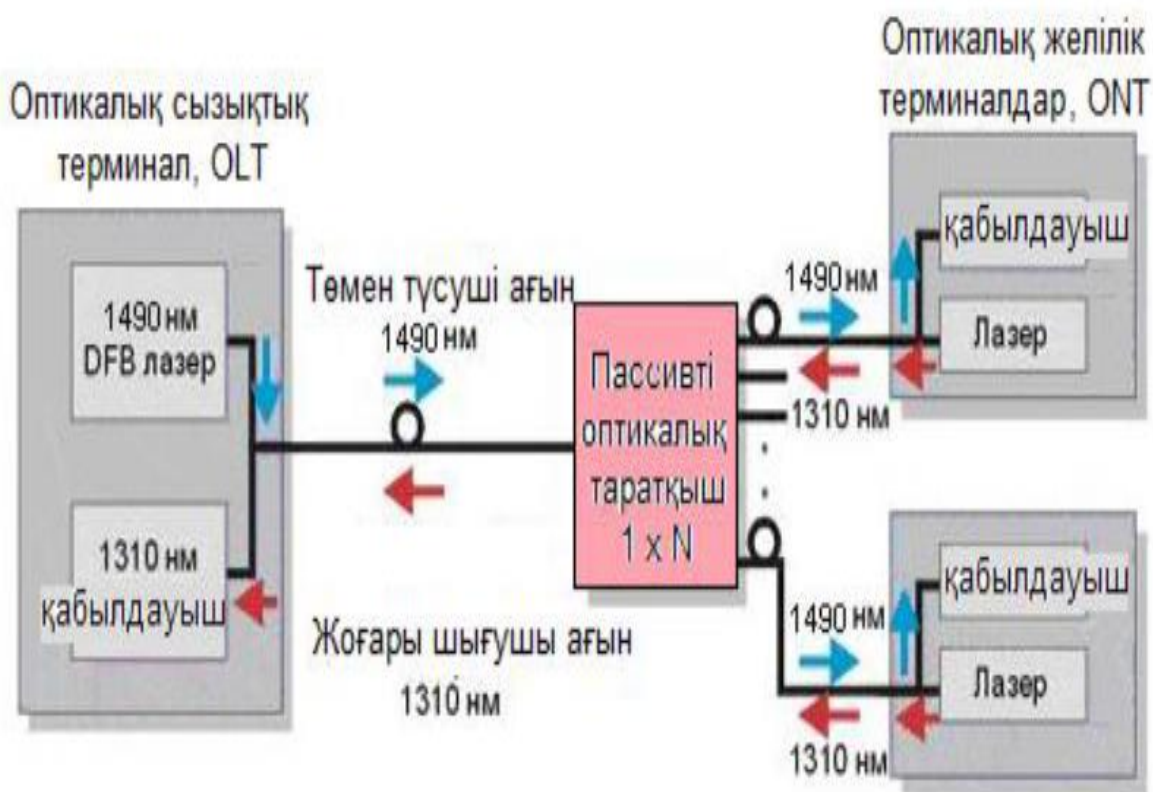
GPON немесе GEM инкапсуляциялау әдісі көлік желісі бойынша трафикті тасымалдауға арналған клиенттік трафиктің үстеме деңгейлері үшін инновациялық шлюзді қамтамасыз етеді. Көлік желісі кез келген түрдегі болуы мүмкін: SONET / SDH, G.709 ITU-T (OTN) және нақты GPON форматында. Клиенттік сигналдар пакеттер болуы мүмкін (IP / PPPoE немесе Ethernet MAC сияқты), тұрақты жылдамдықпен ағып, және тағы басқалар.

GEM инкапсуляциялық рамалары үшін икемді жақтауды қамтамасыз етеді, тұрақты және айнымалы ұзындықтың кадрларын қолдайды. GEM көптеген баптандыру қателерін (HEC) қателерді пайдаланады, негізінен автономды. GEM инкапсуляциялық рамалары үшін икемді жақтауды қамтамасыз етеді, тұрақты және айнымалы ұзындықтың кадрларын қолдайды. GEM көптеген баптандыру қателерін (HEC) қателерді пайдаланады, негізінен автономды. Айнымалы ұзындықты PDU-ді орналастыру үшін, GEM-кадрлық бастамалары қызмет жүктеу жолағын жүктей бастайды. Сайып келгенде, GEM PDU тіркелген өлшемді (TDM арна арнасы үшін) немесе кадрға-кадрға дейін ұзартады (инкапсулаланған PDU-дің қарапайым шығуын қамтамасыз ету үшін). Сонымен қатар, GEM GPON TC деңгейінің негізі болып табылатын синхронды көлік желісінің түрлі қызметтерін ұсынудың күрделі және қарапайым механизмін ұсынады. Сонымен қатар, GEM пайдалану кезінде GPON TC деңгейі табиғатта

синхрондалады және TDM-ге қызметтерді тікелей қолдауға мүмкіндік беретін әдеттегі SONET 8 кГц кадрларды (125 мкс) пайдаланады.

### 1.3 PON деректерді беру технологиясының әдістері

PON желісінің жұмыс істеу принципі келесідей. OLT толқын ұзындығы 1490 нм болатын PON шинасы бойымен төмен ағымды өткізеді. Бұл ағын барлық бөліктерге қарай бөлгіштерде қайталаынады, оның күші (бөлгіштің тәуелділігіне байланысты). Әрбір ONT төменгі ағыннан барлық фреймдерді қабылдайды, бірақ тек өздерінің кадрларын өңдейді және тиісті ONT LLID мәніне тең болғанда жұмыс істейді. Бұдан басқа, әрбір ONT оның шпангоуттарын TDM әдісі арқылы бір сплиттерге біріктірілетін PON шинасы арқылы 1310 нм дейін жеткізеді. Үлкен токтармен соқтығысуды болдырмау үшін (әртүрлі ONT түрлерімен бір мезгілде) әрбір ONT тек тиісті тапсырыспен OLT-де динамикалық түрде орындалатын нақты уақыт интервалын орындай алады. Жаңа желілік түйіндер арасында алмасу және ауыстыру, OLT және ONT анықтау немесе басқа пайдаланушы қызметтеріндегі басқа өзгерістер туралы рұқсаттарды ауыстыру және ауыстыру [4].



Сурет 1.8 - PON желісінің жұмыс істеуі



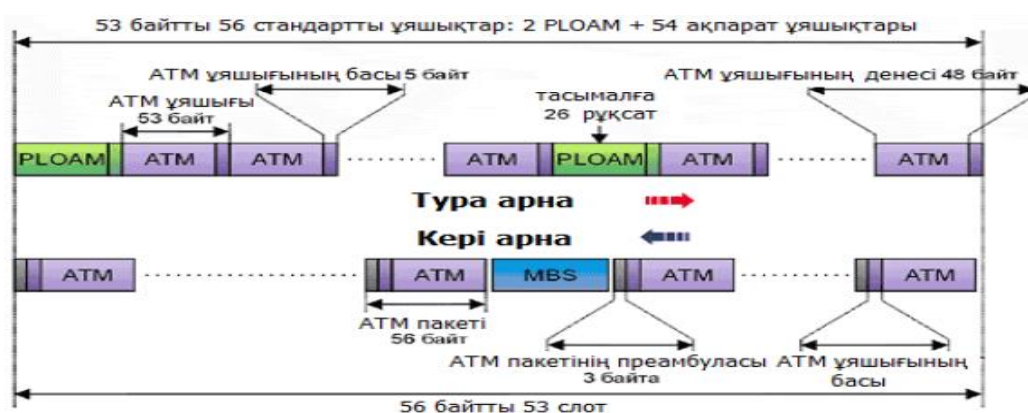
PON және aspect пішімі.

Көлік туралы ақпарат. APON қол жеткізу мәселелері бойынша MAC протоколы үш мәселені шешеді:

- жол-көлік оқиғаларының болмауы;
- артқы ағындық жолақты таза, тиімді, динамикалық бөлу;
- Тұтынушылар App Engine бекітеді.

APON MAC протоколы сұрау / грант механизміне негізделген. Негізгі дәлел - сұраныс ONT сөйлем өрісіне жіберіледі. Осы ағымдардың қай түрлерінің және қандай қызметтердің мақұлданғандығына негізделе отырып, ONT осы мәселелерді OLT өңдеу арқылы шеше алады.

FSAN алға және кері ағынды реттеу үшін құрылым құрылымын анықтады (1.9-сурет). Бұл форма ITU-T G.983.1 стандартында стандартталған.



Сурет 1.9 – ITU G.983 тура және кері ағынның кадр форматы

1.8 және 1.9 суреттері симметриялық трафик үшін APON арақатынасын көрсетеді. Тікелей ақша ағымы 56 банкоматтан тұрады, олардың әрқайсысында 53 бірлік бар. Жоспардың алдыңғы жағы 52 ATM пакеті бір MBS слотының 56 байтынан және 56 байтынан тұрады.

Тікелей ағым Көлік рұқсаттары (пакеттер) ATM жасушаларында арнайы қызмет көрсетеді - физикалық қабаттың және физикалық қабаттың қызмет көрсетуі мен қызмет етуі. Олар 27 жаңалық камерасымен қатаң алмасады. One PLOAM ұяшығы ONT үшін 26 рұқсаты бар, олардың әрқайсысында тек бір ATM пакеті бар. Қалған 54 жасуша ақпарат пен сұрау / беру механизмдерін бермейді.

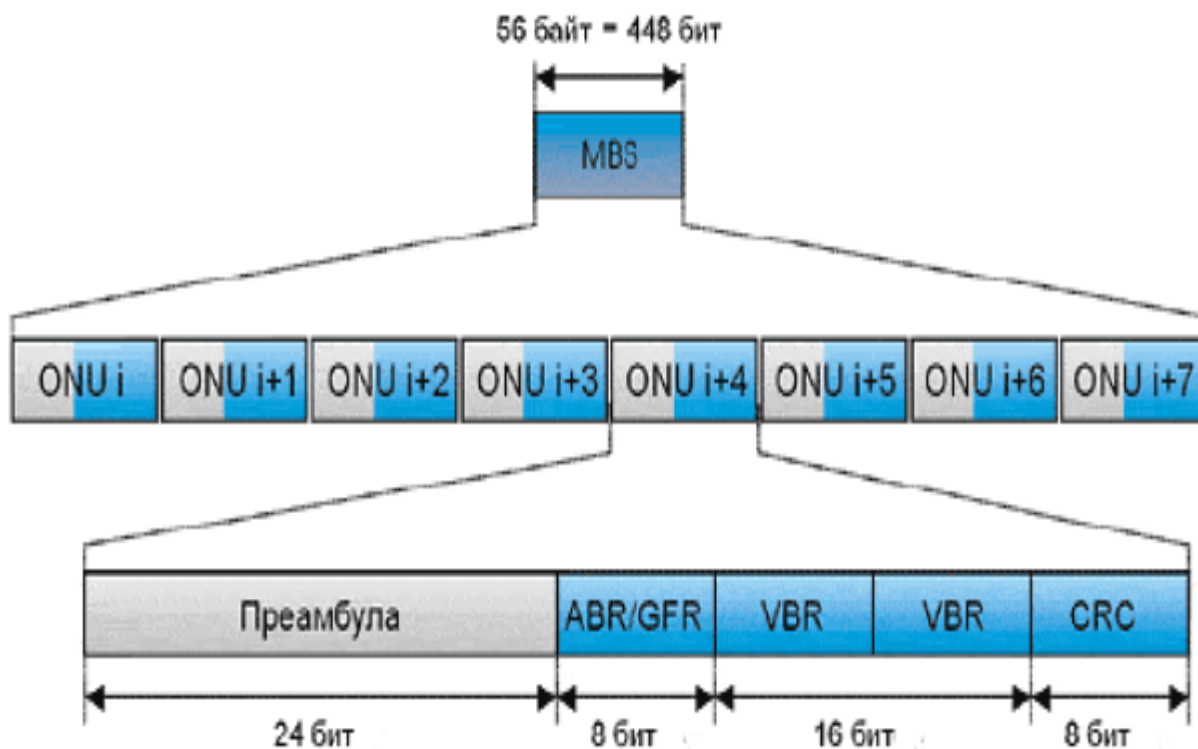
Кері ағым. Инверсия - бұл әртүрлі ONT-тан шыққан микробтардың (жарылыстардың) қоспасы. Абоненттік түйін деректерді PLOAM ұяшығынан тиісті рұқсат алғаннан кейін ғана жібере алады. APON-да деректерді ATM пакеттері жеткізіледі. ATM пакеті мен ұяшық арасындағы жалғыз айырмашылық - 3 байттық ATM пакетін кірістіру. Нәтижесінде, ATM пакетінің ұзындығы 56 байт болды. Деректерді іздеуді синхрондаудан бастап, жоғарыда айтылғандай тікелей кірісу қажет емес. Кірістің алғашқы екі битінде оптикалық сигнал болмайды немесе пакеттің жабылуы әр түрлі ONT-ді жою үшін жеткілікті - сигналдардың берілуінде кідіріс бар.

Егер, мысалы, әрбір банкомат пакетіне көшіруге рұқсат қажет болса, PLOAM-да рұқсат жазбасының толық ұзақтығы

Барлық банкоматтар банкоматтар санына байланысты қол жетімді. Неліктен PLOAM 26 рұқсаттары бар? 52 банкомат қайтару ағыны үшін ATM кескіні болған жағдайда екі PLOAM портын қайтаруға рұқсат бере алады.

MBS Multiseries радиосы мен теледидар компаниясының слоттары қайта оралды. Ол ONT жеткізу сұраулары туралы OLT туралы хабарлайды. Бұл ұя 8 өрістен немесе минислоттан тұрады және ONT әр түрлі түрлерімен үйлесімді. MBS слотының құрылымы 1.10-суретте көрсетілген.

PON жүйесі 32 абоненттік бірлікті пайдаланса, жүйе тек төрт MBS кейін жұмыс істей алатын барлық 32 ONT кеме үшін өздерінің тасымалдау циклдарын орындай алады. ONT жүйесінде сегіз MBS слоттары бар 64 цикл бар. Бір кадрдың 155 Мбит / с жылдамдықпен беруі - 0,15 мс. 32 секундқа дейін цикл 0.6 мс талап етеді. Басқаша айтқанда, ONT әр минут сайын 0,6 мс жібереді шағын пакеттерге деректер сұратуға сұрайды. Автоматты буфер үшін кезек жасағанда, OntT ONT-ге жіберіледі.



Сурет 1.10 - MBS слотының құрылымы

ONO тек PLOAM ұяшығына деректерді жібере алатындықтан, трафиктің басында буферлік кезекке ауысып, трафиктің басында 0,8 мс (0,2 мкм 0,2 мкм RTT 0,2 мкм) екілік RTT жолына ауысу керек, ол 0.8 мс. Бұл мән үшін OLT және ONT аппараттық кешіктірулерін қосуға болады. Минислот 4 өрістен тұрады: (3 байт) кіріспе, ATM пакетіне енгізу сияқты; ABR / GFR және VBR екі арнайы өрістің 8 және 16 биттік ұзындығынан тұрады, ал жолақтар мен CRC өрістері (8 бит) екі толық бақыланатын үлгілерден

тұрады [8].

#### **1.4 Жобаны іске асыру мәселелері**

Жобаның негізгі мақсаты - барлық стандарттар мен қызметтердің техникалық негіздемесі.

Желі абоненттеріне жоғары жылдамдықтағы байланыс қызметтерін ұсынудың тиімділігін көрсету қажет, яғни абонент әлемнің кез келген жерінде жоғары сапалы байланыс қызметтерін пайдалана алады. Сонымен бірге жоба қарапайым, үнемді болуы керек.

Көптеген операторлар енді ID HOME-ға бағытталды. Өйткені ол абоненттерге жоғары жылдамдықтағы интернет, IP-телефониямен цифрлы телефонияны ұсынады. Олардың өткізу қабілеті 30 Мбит / с-ден асады. Осылайша, жаңа «соңғы миля» технологияларына деген сұраныс бар. Көптеген жазылым байланыстары әлі де қолданылуда. Олардың әрқайсысының өз ерекшеліктері мен кемшіліктері бар. Мен осы жобаның GPON технологиясын қолданамын.

GPON технологиясы негізінде мультисервистік абоненттік қатынауды ұйымдастыру үшін келесі сұрақтарды қарастыру қажет:

- кеңжолақты қатынауды таңдау;
- қолданыстағы жүйелік желіні пайдаланып жаңа жүйелік желіні ұйымдастыру;
- желінің сенімділігін есептеу;
- желілік кернеулерді есептеу;
- өткізу қабілеттілігін есептеу;
- оптикалық кабельдер;

## 2 Құрылғының таңдалуы

### 2.1 Байланыс желісінің дизайнын жасау

Шуғыла ықшам ауданының маңында бірнеше телекоммуникациялық операторлар жұмыс істейді. Сондай-ақ, стационарлық телефон және стационарлық телефон бар.

Бұл тезис жобасы GPON телекоммуникациялық технологияларының телефон желісін жаңартуға бағытталған.

Станцияда 21 станцияға жаңа технологияларды енгіземін. Шуғыла ықшам ауданындағы қазіргі телекоммуникация желісі А қосымшасында келтірілген.

Станциядағы станцияны орнату OLT ресиверіне қосылған.

40 мм полиэтилен құбырынан келетін OC-12 оптикалық кабелі OLT модулінен істеп тұрған телефон желісіне дейін орналасқан.

Splitter блокына сәйкес, әрбір арна үшін ағымдағы арна бойында оптикалық кабель орнатылған.

Байланыс бөлмесі арнайы тұтқамен және оптикалық сигналды бөлетін пассивті жүйемен жабдықталған. 32UU Splitter соңғы сигналды өшіреді. Абоненттер саны бойынша 123 тұтынушыға 1: 4 сплиттер беріледі.

Multiservice желісі қолданыстағы және жаңа кабельдік желілерде ұйымдастырылған.

Бұдан басқа, Шуғыла тұрғын алабының тұрғындары GPON технологиясы бойынша IDHome қызметтеріне қосыла алады. Кең жолақты қатынау үшін құрылғылар шығаратын көптеген компаниялар бар. Мен заманауи телекоммуникация үшін перспективалық PON-тің жетекші өндірушісі Olensom Electronics-ды таңдадым.

IDHome қызметтері - ең қолайлы және тиімді қызмет. Осы қызметтің арқасында абоненттерге бірыңғай желі арқылы бірқатар қызметтер ұсынылады, сондай-ақ операторлардың жұмысын жеңілдетеді. Бұл жобаның мақсаты көлік желісінің қашық пайдаланушылары үшін жоғары жылдамдықты арнаны ұсыну болып табылады. Сондықтан талшықты-оптикалық желі қажет.



Сурет 2.1 – Оптикалық терминалдың сыртқы көрінісі

Оптикалық терминал OLT BBS1000 + Ethernet / IP технологиясына негізделген оптикалық желіні орнату.

Бұл құрылғы ONU оптикалық абоненттік терминалымен бірге соңғы мильде жеке және корпоративтік клиенттерге жоғары жылдамдықтағы желінің қатынауын ұйымдастырады.

Екінші және үшінші деңгейдегі коммутаторлар мен маршрутизаторлармен үнемді байланыс мүмкіндігі

BBS1000 + портативті платформасында дауыс, бейне және деректер беру үшін платформаға негізделген өте тиімді болады.

BBS1000 + 8 PON интерфейстерін қолдайды. Әрбір PON интерфейсі 32/64 терминал үшін 1 Гбит / с жылдамдықты қамтамасыз етуі мүмкін. Ақ бюджет - алты слотқа арналған 1U, 280 мм ұяшықтағы BBS 1000+ хабы. Олар сұраныс бойынша келесі функционалды модульдерден тұрады:

GSM модуліне арналған 1 слот (1000-X SFP Gigabit Ethernet және басқару порты үшін 4 порт);

- EPON модулінің портына арналған 2 слот;
- Желдету модуліне арналған 1 слот;
- Қуат беру немесе резервтік қорек көзі үшін 2 майлау тесіктері.

Барлық модульдер «ыстық» функцияны орындайды, жүйені қайта іске қосу уақытын қысқартады. BBS 1000+ - сызықты емес, жоғары жылдамдықты коммутациялық мата. Демек, 1U ұяшығының корпусы 512 абонентке қызмет көрсете алады.

Ең тиімді және үнемді BBS1000 + кең жолақты қосылыс соңғы миль үшін тиімді шешім болып табылады.

BBS1000 + (QoS) қызмет сапасын жақсарту жолақтың өнімділігін жақсартады. Бұл қызмет (SLA) қызмет деңгейіне негізделген. Жіберу үшін динамикалық электрондық кесте жол қозғалысы операторларына 1 Мб дейінгі трафикті тасымалдауға мүмкіндік береді. IGMP қолдау қызметі кеңжолақты және желілік инфрақұрылымды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

BBS 1000+ жүйесінің негізгі артықшылықтары:

- IEEE 802.3h EPON қолдайды;
- ұзындығы 20 км Z2-ті қосады;
- ұзындығы 10 км болатын 64 қосылысты орындайды;
- 1U үшін 512 абонент қызмет етеді;
- Бейне ағындарын тарату үшін мультикалық жазбаларды қолдайды;
- қашықтан мониторинг және бақылауды жүзеге асырады;
- динамикалық өткізу қабілеттілігін бөлу;
- Жақсартылған L2 / L3 ауысу функциясы.
- Техникалық сипаттамалары:
  - IEEE 802.3-ге негізделген EPON;
  - тармақталған құрылым бір EPON интерфейсіне қосылған 64 қосылымды қолдайды;
  - OLT 512 терминалды жұмыс істей алады;

- ұзындығы 20 км және ұзақтығы 10 км болатын 64 қосылыстары бар 32 қосылуға дейін қосыла алады;
- 4 порты EPON модулі бар 2 слот ыстық режимде;
- бірыңғай оптикалық талшық;
- тарату жылдамдығы: төменгі және жоғарғы симметрия ағындары 1 Гбит / с;
- оптикалық қуаты 29 дБ;
- толқын ұзындығы: бөлу (Tx): 1490 нм, қабылдау (Rx): 1310 нм;
- Омыртқаға қосылу үшін 1000-X SFP Gigabit Ethernet 4 порты қолдайды;
- басқару: 1 RS-232 порты (RG45), 1 10/100 Ethernet порты (RG45);
- зиянды коммутация архитектурасы, мекенжайларды анықтау (VCCI, UL және FCC, 15В бөлімі, IGMP қабаты 2 бақылау, VLAN 802.1 p & q, IEEE 802.3ad байланысының агрегациясы), кіріс / шығыс пакеттерін қайталауға арналған пакеттер, пакеттік буферизация және ағымды бақылау;
- (QoS) қызмет көрсету сапасы: абонент үшін сегізге дейінгі КО тізбектеріне, 802.1q & q, IPv4 артықшылықтары TOS, (DBA) динамикалық өткізу қабілеттілігі;
- 1 Мбит / с жылдамдықта трафикті тарату мүмкіндігі;
- үшінші деңгейлі маршруттау функцияларын қолдайтын хаттамалар: TCP / IP, ICMP, ARP, Proxy ARP, OSPF v2, BGP-4, RIPv2, PIM-DM, PIM-SM, IGMPv2;
- қуат көзі: тікелей ток: 48 вольт (резервке арналған 2 ауыстырылатын модуль) / ауыспалы ток: 100/220 вольт;
- қуат шығыны: толық жүктеме (2 станциялық модуль);
- Әрбір модуль модулі үшін:
  - a) макс. 70 Вт, орташа 50 Вт;
  - b) ең көбі 23 ватт, орташа алғанда 19 ватт.
- Бұл торап аналогтық және цифрлық теледидар мен абоненттерге қызмет көрсету аймағында үш қызметті жылдам дамып келе жатқан желімен және қазіргі заманғы сымсыз қызметтерді қолдауға мүмкіндік беретін Triple Play қызметін қосу үшін ұсынылады.
- ONU (оптикалық желілік модуль) - абоненттерге портқа басқа кіру мүмкіндігін беретін терминалды орнату.
- Utstarcom ONU 404 блогы 2.2-суретте көрсетілген.



Сурет 2.2— Абоненттік терминалдардың сыртқы көрінісі

Жоғары деңгейдегі абоненттік терминал SOHO ONU404 класы мен басқа ұштық құрылғылармен кеңжолалты қосылымды жүзеге асырады: деректерді беру (IP-телефония үшін симметриялы арна және IP-бейнені 1 Гб / с). ONU 404 төртінші 10 / 100Base-T Ethernet порттарын қолдайды, екінші класты ажыратқыштар үшін әртүрлі функциялар. Үш қондырылған порттар VoIP қосымшасы жоқ шағын офиспен телефон байланысы (2 FXS және 1 FXO).

ONU 404 BSS1001 + көмегімен GPON желісі арқылы қашықтан басқарылады. OAM және plug-and-play қашықтан басқаруға ие. Кеңейтілген QoS функциясы шот ұсынуды қамтамасыз етеді.

Ерекшеліктер:

- IEEE 802.3ah;
- бір қабатты: SC / UPC;
- тарату жылдамдығы: симметриялы төмен және жоғары ағындары 1 Гбит / с;
- Оптикалық қуаты: 29 дБ;
- толқын ұзындығы: бөлу (Tx): 1490 нм, қабылдау (Rx): 1310 нм;
- Ұзақтығы: 20 км;
- Шығу қуаты: -1 дБм ~ +3 дБм;
- қабылдағыштың сезімталдығы: -26 дБм;
- қабылдағыштың қанығуы: -3 дБм;
- 2 FXS порттары;
- 1 FXO LifeLine порты (сонымен қатар ONU404 өшірілген кезде іске қосылады);
- VoIP хаттамалары: MGCP, SIP, H.323;
- Факсқа қолдау көрсетеді: T38;
- 4 Ethernet порттары 10 / 100Base-T;
- қашықтан бағдарламалық қамтамасыз ету;
- IEEE 802.1q VLAN;
- MAC-мен бақыланады;
- IGMP тыңдау;
- шектелген жылдамдық;

- IEEE 802.1d STP;
- IEEE 802.1p;
- IPv4 TOS басымдықтары;
- Қорек көзі: АС / DC адаптері: ~ 12 ~ V шығыс кезінде ~ 100 ~ 240 В;
- қуат тұтынуы: 12 Вт-дан аспайды;
- Өлшемдері (мм): 226 (В) x 152 (Н) x 38 (D);
- салмағы: 536 г;
- Температура: 0 ~ 40 ° C

Қолданылады:

- Георон оптикалық желісіндегі абоненттерге қосылу (жеке немесе операторлық бірлік арқылы);
- қашықтағы абоненттерге қосылу;
- тарату желісін құру кезінде деректерді беру жылдамдығының дәлдігі үшін;
- жоғары жылдамдықты электромагниттік және гальваникалық бұғаттаудың жоғары сенімділігі.

OLT және ONU құрылғылар арасындағы пассивті оптикалық желіні пайдаланады. Желілік топология дөңгелек, ағаш немесе аралас болуы мүмкін. Тарату тораптары пассивті оптикалық сплиттерді қамтиды.

Оптикалық таратқыш бір оптикалық талшықтан тұрады. Оптикалық талшықтың ядросынан шыққан сәуле дәнекерленген аймақтың қабығына ауысады, талшықтар талшықтар бөлінген кезде талшықтар оптикалық түрлендіріледі. Нәтижесінде таратқыш жоғалтпай жойылады. Шығу сигналдарының энергетикалық коэффициенттері талшықты-оптикалық аймақтағы кедергі жағдайымен анықталады және талшықтарды қосу арқылы блоктың ұзақтығына байланысты. Егер сигнал деңгейі екіге бөлінсе, әлсіреу 3 дБ болады және интервалда децибел жоғалады. Бір түйіннің жоғалуы - шамамен 4 дБ. Іс жүзінде тек бірнеше талшық пісіріледі. Бір кірісті және бірнеше таратқыштарды алып тастау үшін қажет емес талшықтарды алып тастау керек. Осылайша, абоненттер тек OLT (оптикалық желілік терминалға) қосылады және матч коэффициенті алға және кері тәртіпте болады.

Қосылымдар электр қуатын жоғалтуға байланысты ұзақмерзімді таратқыштарды қосады. Сондықтан, пассивті оптикалық желілердің негізі нүкте немесе жұлдыз желісі болып табылады. Түйіндердегі шығындар және ықтимал шығындар ағаш тармақтарына байланысты. Мысалы, ONU (оптикалық желілік модуль) бір 32-биттік немесе 64-биттік модульді қосуға болады. ONU-ға бір талшық талшықты немесе бір талшықты қосуға болады. Бірінші жағдайда, қабылдау және қабылдау бір талшықта жүзеге асырылады. Соңғы жағдайда тарату және қабылдау бір талшық арқылы көбейту үшін жиіліктерге бөлінеді.

Пассивті оптикалық желілерде оптикалық таратқыштарды (сплиттерді) пайдалануды қарастырыңыз:



а) 2.3-сурет арнайы панельге (19 шассиге) бекітілген және талшықтар арқылы розеткаларға қосылатын сплиттерді көрсетеді. Бұл опция операторлар үшін өте ыңғайлы және сплиттерді шеңберге ауыстыру;

б) төгілген бөлгіш талшықтармен бірге пісіріледі. Пісірілген жерді муфтаға салып, жерге немесе құдыққа салыңыз. Бұл опция өте жақсы жұмыс істейді және сплиттерді ауыстыру екіталай. Бұл желі түйіндер арасында пайдаланылады. Кеңейтілген сплиттерді сыртта, сөреде орналастыруға болады. Температура диапазоны стандартташықболуыкерек. Себебі, оны орнатуүшінарнайықорап (металл немесе пластик) таңдалған. Кеңейтілгенсплиттердісыртта, сөредеорналастыруғаболады. Температура диапазоны стандартташықболуыкерек. Себебі, оны орнатуүшінарнайықорап (металл немесе пластик) таңдалған.

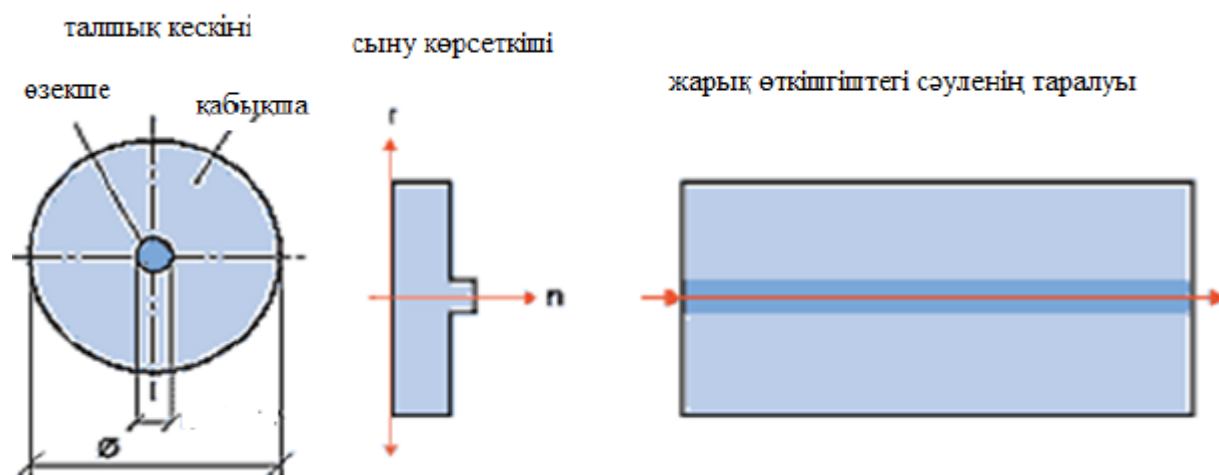


Сурет 2.3 – Байланған немесе қорғалған сплиттердің сыртқы көрінісі  
Сплиттерді жобалау үшін арнайы байланыс бөлмесі бар.

## 2.2 Талшықты-оптикалық кабелді таңдау

Оптикалық талшықтардың екі түрі бар: бір және мультимоды [11].  
PON G.983.1 стандартына сәйкес, ITU G.652 талшығы пайдаланылады, яғни бір жақты талшық.

Суретте көрсетілгендей. 2.4, сол модуль тек жарық кабеліндегі бір жарық көзі бойынша ғана ерекшеленеді.



Сурет 2.4 – Бір модты тал шардың таралуы

Сәулеленген жол диэлектрлік пленкамен қоршалған жүрек деп аталатын дөңгелек немесе тік бұрышты ядро. Сонымен қатар сәуле жолы талшықтардың механикалық қорғанысы болып табылатын талшықтардың (сыртында) екінші қабығын, сондай-ақ талшықтар ішінен немесе сыртынан жарықтың абсорбері болып табылады. Ол талшықтардың ядросынан шыққан жарық сәулелерінен барлық кедергілерді тазартады, бұл жағдайда ол сыртқы қабықтың толық жабуымен толығымен сіңеді.

Талшықтардың үш негізгі түрі бар: көп өлшемді, бір өлшемді сыну көрсеткіштері, біртіндеп сыну көрсеткіштерін өзгертеді.

Сыну дәрежесі мембрана шекарасындағы сыну индексі мультимодальды сәулеленудің ядросымен жылдам төмендейді.

Дифракцияның жарық шығаратын ағынның бірте-бірте дамуы талшықтардың оптикалық бағыты бағытында сәуленің тұрақты ауытқуымен сипатталады.

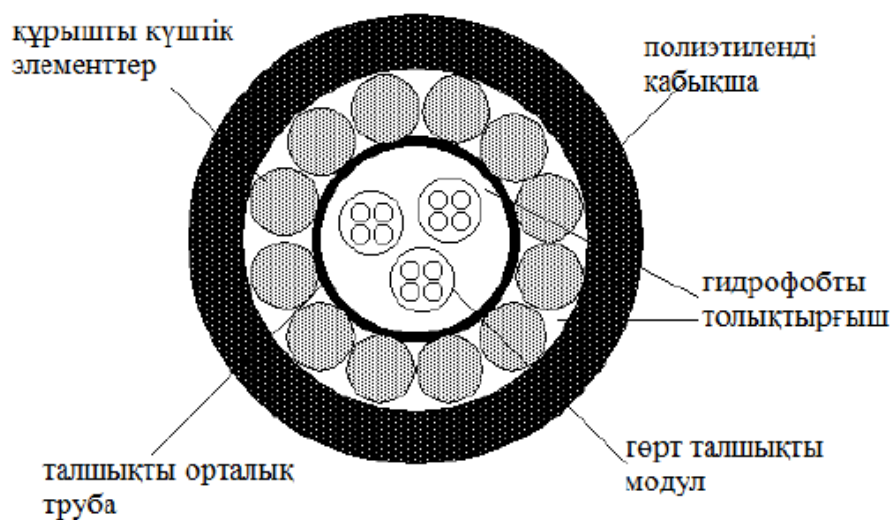
Бір жақты талшықтың модульдік дисперсиясы жоқ болғандықтан, оның өткізу қабілеті мульти-модальды талшықтарға қарағанда әлдеқайда үлкен.

Стандартты бір жасушалық талшық 5-8 микроннан тұрады. Бұл оптикалық телекоммуникация инфрақұрылымының маңызды құрамдас бөлігі. Сандық сигналды беру үшін SIECOR 12 талшықты кабелі қолданылады. 2.1 кестеде SIECOR үшін A-DF (ZN) 2Y3X4E9 / 125 0.38F3.5 + 0.22H3.5 кабелінің техникалық сипаттамалары көрсетілген.

Кесте 2.1 - SIECOR фирмасының A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 параметрлі кабель сипаттамасы

Маркасы	Түсініктемесі
A	Сыртқы төсенішті кабель
D	Толтырғылы модуль және талшықтың шоғырындағы түтікте еркін қалаумен
F	Кабель өзекшесіндегі қуыстарда және бұрылатын элементтердің

	арасында құйылатын салмақ
(ZN)2Y	Металды емес күштік элементтердегі полиэтиленді қабықша
3	Модуль саны
4	Модульдегіталшық саны
E	Бірмодтыталшық
9	Сод өрісініңдиаметрі, мкм
125	Қабықшадиаметрі, мкм
F	Толқынұзындығы 1300 нм
H	Толқынұзындығы 1550 нм



Сурет 2.5 - А-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 талшықты оптикалық кабелінің түрі

А-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 талшықты оптикалық кабель техникалық сипаттамасы 2.5-кестеде келтірілген.

Кесте 2.2 - А-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 талшықты оптикалық кабель техникалық сипаттамасы

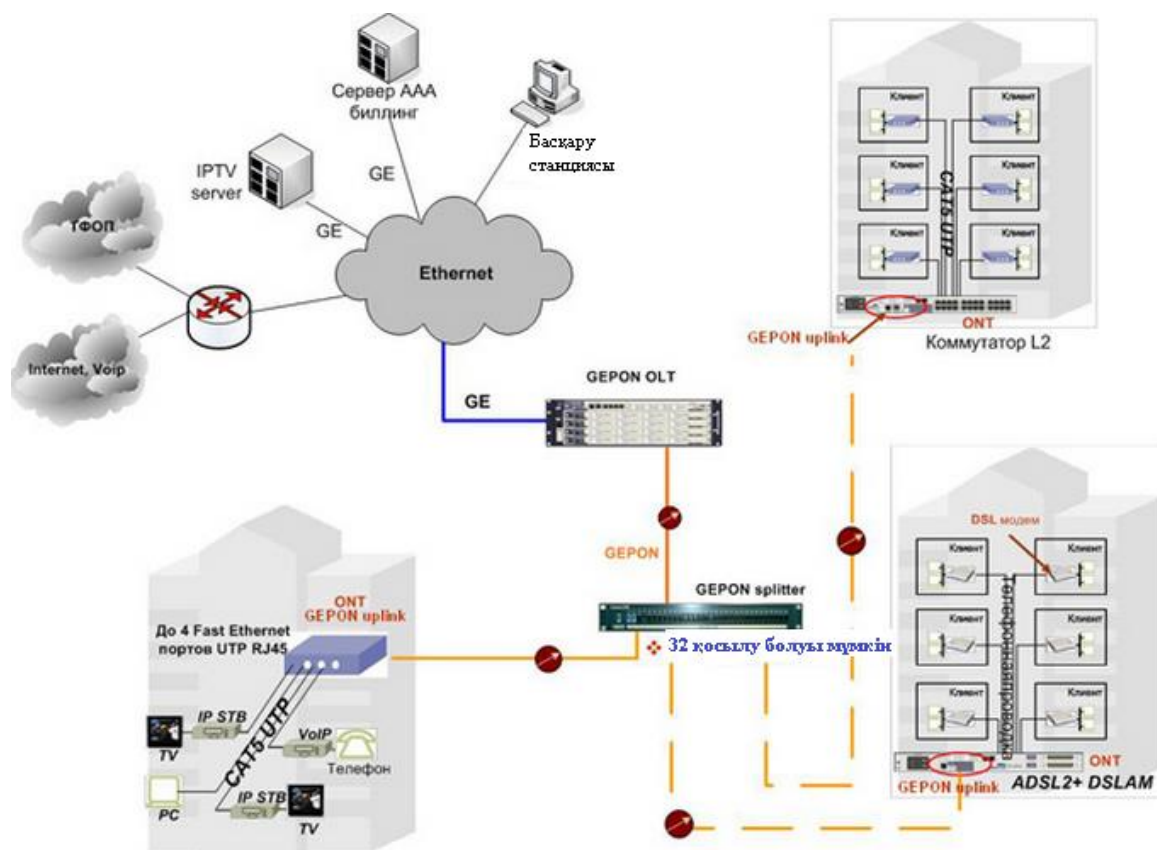
Техникалық сипаттамасы	мәні
Талшық саны	2-30
Талшық диаметрі, мм	10
Кабел салмағы, кг/км	125
Көпдүркінді майысудың минималды радиусы, мм	
Монтаждау уақытында	300
Орнатылған кездегі	200
Максималды тарту күші:	
Ұзақ уақытқа, кН	1.3
Қысқа мерзімде, кН	2.7
Басып тастау тұрақтылығы, кН/см	2
Соғылысу тұрақтылығы	30
Пайдалану температурасы, °С	-30 + 70
Төсеу температура, °С	-5 + 50
Кабель талшығының критикалық толқын ұзындығы, нм	≤ 1250
Өзекшенің сыну көрсеткіші $n_1$	1.4681
Қабықшаның сыну көрсеткіші $n_2$	1.4623
Өшу коэффициенті, 1550 нм, дБ/км	0.22
Дисперсия, 1550 нм, пс/нм, км	≤ 18

Талшықты-оптикалық кабельдің өте жоғары сыну индексі SiO<sub>2</sub> (кремний қышқылы) SiO<sub>2</sub> тұрады, ал герман оксиді GeO<sub>2</sub>-ні қосады. Негізгі қабат эпокиакрилат. Ол түрлі модульдердегі екі қабаттан тұрады. Ішкі қабат сыртқы қабатқа қарағанда жұмсақ болады. Микро және макрофрактурадан талшықтарды қорғайды. Негіздің мөлшері - 250 микрон - 15 микрон.

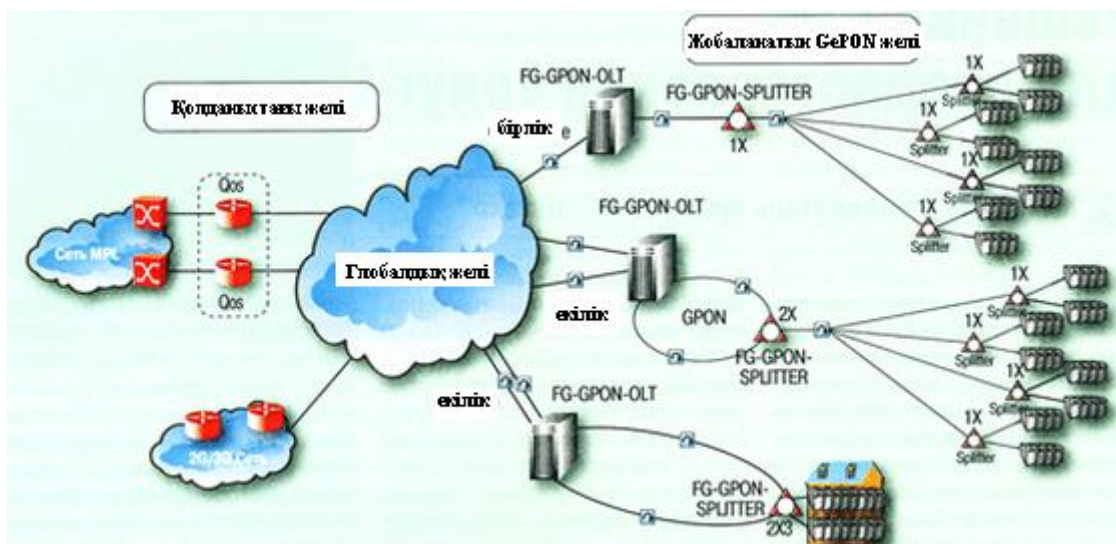
Талшығы буферлік түтік деп аталатын оптикалық модульде орналасқан. Аралықта бір немесе бірнеше еркін талшықтарды құбырдың ортасына орналастыруға болады. Буфер қысылған кезде олардың ұзақтығы 0,3-0,5% құрайды. Бұл кабель созылған кезде талшықтарға әсер етпейді және мұнда ерекше ештеңе жоқ.

### 2.3 GPON технологиясы ID Home қызметін ұсынылуы

Қазіргі уақытта телекоммуникация желісінде жаңа ақпараттық-коммуникациялық жүйе енгізілуде. ID үйімен таныстыру дауыс, бейне және деректерді береді. Бұл шешім абоненттерге кабельдік телевизияны ғана емес, сонымен қатар пакеттік желінің жаңа ұсыныстарын ұсынады. ID Негізгі қызмет провайдерлері көп қызметтік көлік желісін пайдаланады. Өткізу қабілеттілігін арттыру үшін олар осы желіге қосылған болуы керек.



Сурет 2.6 - PON желісінің принципіалдық сұлбасы



Сурет 2.7 – Жобаланатын GPON желісінің құрылымдық сұлбасы

Мамандардың айтуынша IP арнасын қолданатын теледидар мен бейнеақпараттарды трансляциялау спутникті теледидар таратудан әлдеқайда артық деп. Өйткені абоненттің тұрақты кері байланысы операторларға қосымша қызметтерді ұсынуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар IP желісінде жұмыс істейтін абоненттік қондырғылар теледидар арқылы электронды поштадан бастап бейне конференцияны қолдануға мүмкіндік алады.

### 3 Есептеу бөлімі

#### 3.1 Жүктеу және оны бөлу

Абоненттен кез келген қоңырауға байланысты станциялық жабдықтардың қосылыстарға қосылуы кешіктірілуімен байланысты. Технологиялық мақсаттағы ведомстволық регламенттерге сәйкес (GNNT 112-79) шақырудың үш түрі бар: жеке-қоғамдық, пәтерлік және таксономикалық. Төмендегі негізгі параметрлер белгілі болса, аймақтағы жүктеменің қарқындылығын анықтай аласыз:

- NHX, NKe - тұрмыстық үй телефон желісі нөмірі;
- СНВ-ға шаққандағы СTR қоңырауларының орташа саны, 1 санаттағы абонент;
- Tnx, Tkv -i - санат бойынша абоненттің уақытынан бастап SLR-ке қоңыраулардың орташа саны;
- RR - шақыру үлесі сөзбен аяқталды.

Абоненттік құрылым, яғни. бірлік саны бойынша көбейтіледі, қалған параметрлері (C Ti} Pp) 3.1 кестеде келтірілген орташа мәндермен анықталады.

Кесте 3.1- - жүктеу параметрлерін орташа есеппен

Тұрғындар саны	Қайнар категориясы					Pp
	Пәтерлік сектор		Іскер сектор			
Пәтер абоненттерінің сектор саны 65% жоғары						
100-ден 500-ге дейін мың адам	1,2	140	2,7	90	0	0,5
500 мыңнан артық	1,2	140	3,3	90	10	0,5

Жобаланатын S-12 типті ОПТС-4 - те 25000 абонент қамтылған. i- категория абоненттерінің жергілікті жүктелу қарқындылығы  $Y_i$ , Эрл, мына формуламен анықталады:

$$Y_i = \frac{1}{3600} N_i C_i t_i \quad \text{Эрл} \quad (3.1)$$

мұндағы  $t_i$ - бір сеанстың орташа ұзақтығы.

$$t_1 = \alpha i P p (t_{\infty} + n t + t_n + T_1). \text{сек} \quad (3.2)$$

3.2-формуласына кіретін байланыс орнату жеке операциялар ұзақтығы:

- станция жауабын есту уақыты  $t_{co} = 3$  сек;

- дискілік ТА  $n$  нөмір терілу нөмір терілу уақыты  $t_H = 1,5$  н, с;
- дискілік ТА  $n$  нөмір теру уақытын  $t_n = 0,8$  н, с;
- сөйлесу болған кездегі шақырылатын абонентті шақыру уақыты  $t_{ne} = 7+8$ , с;
- нөмір теріліп біткеннен абонент байланыс сызығына қосылуға дейінгі байланыс орнату уақыты  $t_y = 2,0$  с.

$a_i$  коэффициент аяқталмаған сөйлесулердің шақыру жабдықтарында орыналуын көрсетеді (бос емес, шақырылатын абоненттің жауап бермеуі немесе қателер). Оның мәні негізінен сөйлесудің  $T$ , с, орташа уақыты сөйлесумен біткен сөйлесулер үлесіне  $P_p$  тәуелді.

Халық шаруашылық секторының абоненттері үшін бір сөйлесу орташа ұзақтығы  $t_{HX}$ , с:

$$t_{hx,d} = 1,22 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 1,5 + 2 + 8 + 90) = 68,32 \text{ сек},$$

$$t_{hx,d} = 1,22 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 2 + 8 + 90) = 65,76 \text{ сек}.$$

Пәтерлік сектор абоненттері үшін бір сөйлесудің орташа ұзақтығы  $t_{ke}$ ,

$$t_{ke,d} = 1,16 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 1,5 + 2 + 8 + 140) = 93,96 \text{ сек},$$

$$t_{hx,m} = 1,16 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 2 + 8 + 140) = 91,52 \text{ сек}.$$

Таксафондар үшін бір сөйлесу орташа ұзақтығы  $t_T$ , сек:

$$t_{m,d} = 1,13 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 1,5 + 2 + 8 + 110) = 74,58 \text{ сек},$$

$$t_{m,m} = 1,13 \cdot 0,5 \cdot (3 + 6 \cdot 0,8 + 2 + 8 + 110) = 72,21 \text{ сек}.$$

ТА жалпы саны  $N = 25000$ . Оның ішінде пәтерлік сектордың ТА саны  $N_{KB} = 0,65N$ ; сан  $TAN$   $T = 200$ ; онда:

$$N_{KB} = 0,65 \cdot 24800 = 16120,$$

$$N_{HX} = 0,35 \cdot 24800 = 8680.$$

50 пайыз ТА дискілік, ал 50 пайыз  $T$  түрлі. Жүктемені 3.1-формула Арқылы анықтаймыз.

Халықшаруашылық секторының абоненттерінен пайда болатын жергілікті жүктеме  $Y_{HX}$ , Эрл:

$$Y_{hx} = \frac{(4340 \cdot 68,32 + 4340 \cdot 65,76) \cdot 2,7}{3600} = 161,6.$$

Пәтерлі сектор абоненттерінен пайда болатын жергілікті жүктеме  $Y_{KB}$ ,

Эрл:

$$Y_{HX} = \frac{(8060 \cdot 93,96 + 8060 \cdot 91,52) \cdot 1,2}{3600} = 415,1.$$

Таксофонды абоненттерден пайда болатын жүктеме  $Y_T$ , Эрл:

$$Y_{TT} = \frac{(100 \cdot 74,58 + 100 \cdot 72,21) \cdot 10}{3600} = 4,07.$$

ОПТС-4 абоненттерінің жүктемесі қалалық желі станцияларына үлестіріледі. Үлестіру кездейсоқ жүреді және абонент сөйлесулерінің мінездемесіне тәуелді. Сондықтан жобаланатын АТЖ станцияның арасындағы ағын жүктемесін анықтау мүмкін емес. Бұл тек жүргізілген өлшеу анализдері алу арқылы станцияны эксплуатацияға енгізгенде ғана мүмкін.

Әртүрлі категория абоненттері кірісте тудыратын жүктеме  $Y_C$ , Эрл, вом 3.3 теңдігімен анықталады:

$$Y_{II} = Y_{HX} + Y_{кв} + Y_T \text{ Эрл}$$

Әр түрлі категория абоненттерінің жүктеу қарқындылығы 3.2 –кестеде келтірілген.

Кесте 3.2 - - Әр түрлі категория абоненттерінің жүктеу қарқындылығы

р/с	Аппараттар категориясы	$d_i$	$t_i$ , с	$Y_i$ , Эрл
1	Аруашылығы секторы	1,22	68,32	161,6
			д	
		1,16	65,76	415,15
2	Үй секторы	1,13	т	
			93,96	
3			д	4,07
4	Таксофондар		91,52	
			т	
			74,58	
			д	
			72,21	
		т		

$$Y''_{onc-4} = 161,6 + 415,15 + 4,07 = 580,81 \text{ Эрл}$$

Әрбір станса жүктемесін біліп, жүктемені үлестіру әдісін қарастырайық.



Барлық АТЖ-де үлестірілетін DSN кірісіндегі ОПТС-4 - гі жүктемені  $Y''$  опс-4 Эрл, анықтайық. Осы мақсатта  $Y''_{\text{опТС-4}}$  жүктемеден арнайы қызмет үзбесіне түсетін жүктемені  $Y''_{\text{сп}}$  алып тастайды, ол 3% тен , 3.4.- формула бойынша:

$$Y = Yn - Y'n \text{ Эрл}$$

$$Y'_{\text{сп}} = 0,3'' \text{ Эрл,}$$

$$Y^1_{\text{опТС-4}} = 0.03 \cdot Y^1_{\text{опТС-4}} = 0.03 \cdot 580.81 = 17.42 \text{ Эрл,}$$

$$Y^1_{\text{опТС-4}} = Y^1_{\text{опТС-4}} - Y^1_{\text{опТС-4,сп}} = 580.81 - 17.42 = 563.4 \text{ Эрл.}$$

$Y^1_{\text{опТС-4}}$  жүктеменің бір бөлігі станция ішінде тұйықталады, ал екінші бөлігі АТЖ-де ағындар тудырады. Ішкі станция жүктеме  $Y'_{n,n}$  Эрл, 3.5 формуласы бойынша анықталады:

$$Y'_{n,n} = 1/100 \cdot n \cdot Y' \text{ Эрл,}$$

мұндағы  $\eta$  - ішкі станциялық хабарлардың үлесі немесе коэффициенті.

$$\eta = \frac{Y_{\text{ин}}}{Y_{\text{п}}} \cdot 100$$

Жобаланатын станция  $Y'_{n,n}$  жүктеменің барлық желі жүктемесіне қатынасы анықталатын  $\eta_{\text{с}}$  салмақ коэффициенті 3.7- формуласымен анықталады:

Жүктеме мәні станция сыйымдылықтарына пропорционал деп есептесек , онда 3.8 және 3.9 формула бойынша

$$Y_j = \frac{N_j}{N} * Y \text{ Эрл,}$$

$$\eta = \frac{N_{\text{с}}}{\sum_{j=1}^m N_j} 100\%,$$

$$\eta_{\text{с}} = \frac{25000}{568342} \times 100\% = 4.3\%.$$

Ішкі станцияның хабарар коэффициентінің  $\eta_{\text{с}}$  салмақ коэффициентінен  $\eta_{\text{с}}$  тәуелділігін 3.3 кестеде көрсетілген.

Кесте 3.3- -  $\eta_c$  коэффициентінің  $\eta$  коэффициентімен тәуелділігі

$\eta_c, \%$	$\eta, \%$	$\eta_c, \%$	$\eta, \%$
0,5	16,0	6,5	21,7
1,0	18,0	7,0	22,6
1,5	18,7	7,5	23,5
2,0	19,0	8,0	24,3
2,5	19,2	8,5	25,1
3,0	19,4	9,0	25,8
3,5	19,7	9,5	26,4
4,0	20,0	10,0	27,4
4,5	20,2	10,5	27,6
5,0	20,4	11,0	28,6
5,5	20,7	12,0	30,0
6,0	21,0	13,0	31,5

Кесте бойынша станциялық хабарлар коэффициенті  $\eta = 0,2\%$  анықтаймыз.

$$Y'_{\text{опс-4}} = 20,2 \cdot 563,4 = 113,8 \text{ Эрл.}$$

Жобаланатын АТСЭ DSN кірісіндегі  $Y'_{\text{исх,п}}$ , Эрл жүктемесі 3.10-формула бойынша анықталады:

$$Y'_{\text{исх, опс-4}} = Y'_{\text{опс-4}} - Y'_{\text{опс-4, опс-4}} = 563,4 - 113,8 = 449,6 \text{ Эрл.}$$

Барлық АТЖ - ге түсетін жүктемені  $Y'_j, Y'_{jj}$  и  $Y'_{\text{исх, j}}$  3.8, 3.5, 3.10-формулары бойынша анықтау қажет нәтижелері 3.4.- кестеге келтірілген.

Кіріс және шығыс жүктеме ағындары. Жобалаушы ОПТС-4 жүктемесі басқа станцияға және бағытталады және  $Y'_{\text{исх, п}}$  шығыс ағын үлесше пропорционал үлестіріледі.  $n$  станцияға бағытталған жүктеме 3.11- формула бойынша анықталады.

Табылған станцияаралық жүктеме ағындары ГИ кірісінен шығысына жеткенде азаяды себебі ГИ кірісіндегі уақыт  $t_{\text{со}}$  және шақырушы абоненттің белгілі санды алу уақытында. АТЖ - мен байланысқанда регистр нөмірдің барлық  $n$  белгісін алады, содан кейін ГИ баспалдағында байланыс орнатылады.

Сыйымдылығы 79400 нөмір станциясы үшін (УВСК -2/21):

$$Y'_{\text{оптс 4, увск 2/21}} = \frac{449,6 \cdot 1200,9}{9990} = 54,04 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 32000 нөмір станциясы үшін (УВСК -3/32):

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 3/32}} = \frac{449,6 \cdot 564,8}{9990} = 25,4 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 65600: нөмір станциясы үшін (УВСК -4/42):

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 4/32}} = \frac{449,6 \cdot 1048,3}{9990} = 47,2 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 12500 нөмір станциясы үшін (ОПТС-4):

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 2/21}} = \frac{449,6 \cdot 228,2}{9990} = 10,8 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 61200 нөмір станциясы үшін (ОПТС -3):

$$Y'_{\text{оптс 4,,опс3}} = \frac{449,6 \cdot 996,02}{9990} = 44,7 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 35662 нөмір станциясы үшін (ОПТС-6):

$$Y'_{\text{оптс 4,,опс6}} = \frac{449,6 \cdot 633,3}{9990} = 28,5 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 32200 нөмір станциясы үшін (ОПТС -6-2):

$$Y'_{\text{оптс 4,,опс6}} = \frac{449,6 \cdot 575,5}{9990} = 25,9 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 29990 нөмір станциясы үшін (ОПТС-5-9):

$$Y'_{\text{оптс 4,,опс5-9}} = \frac{449,6 \cdot 536,4}{9990} = 24,1 \text{ Эрл}$$

Басқа станциялар үшін де осылай анықталады.  $\varphi_k$  және  $\varphi_q$  болатын сөйлесу үлесше  $P_r$  және оның ұзақтығына  $T_i$ , станция кодтарының нөмірдің символдар санына тәуелді. Келесі норма бойынша:  $n = 6$ ,  $n_1 = 2$ , онда  $\varphi_k = 0,88$ ;  $\varphi_q = 0,94$ , және 3.12 формуласымен анықталады .

$$(3.3) \quad Y_{n1k} = \varphi_k \cdot Y'_{n1k}$$

$$Y_{n1q} = \varphi_q \cdot Y'_{n1q}$$

Арнайы қызмет бағытындағы жүктеме қарқындылығын  $\varphi_q$  бола алады, ал ГИ -ден шығатын станциялық жүктемені  $\varphi_k$  сыйымдылығы 79400 нөмір станциясы үшін (УВСК -2/21).

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 2/21}} = 54,04 * 0,88 = 47,5 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 32000 нөмір станциясы үшін (УВСК -3/32):

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 3/32}} = 25,4 * 0,88 = 22,3 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 65600 нөмір станциясы үшін (УВСК -4/42):

$$Y'_{\text{оптс 4,увск 4/42}} = 47,2 * 0,88 = 41,5 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 12000 нөмір станциясы үшін (ОПТС -4):

$$Y'_{\text{оптс 4,оптс 4}} = 10,8 * 0,88 = 9,04 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 61200 нөмір станциясы үшін (ОПТС -3):

$$Y'_{\text{оптс 4,оптс 3}} = 44,7 * 0,88 = 39,3 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 35662 нөмір станциясы үшін (ОПТС -6):

$$Y'_{\text{оптс 4,оптс 6}} = 28,5 * 0,88 = 25,08 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 32200 нөмір станциясы үшін (ОПТС -6-2):

$$Y'_{\text{оптс 4,оптс 6-2}} = 25,9 * 0,88 = 22,8 \text{ Эрл}$$

Сыйымдылығы 29990 нөмір станциясы үшін (ОПТС -5-9):

$$Y'_{\text{оптс 4,оптс 5-9}} = 24,1 * 0,88 = 21,2 \text{ Эрл}$$

Басқа станциялар үшін де арнайы қызмет бағытындағы жүктеме қарқындылығы осылай анықталады.

ҚТЖ -ден жобаланатын ОПТС-4 дейін жүктемені де есептеу қажет. Егер жүктеме шығыс РАТС баспалдағынан жобаланатын станция жолымен іздеу баспалдағынан транзит ретінде өтсе, онда ол үлкен жұмыс істеу ұзақтығының арқасында оның шығысы азаяды. Бұл алты және жеті нөмірлеуі бар желілерге қатысты. Егер бұл электронды немесе координатты жүйенің баспалдағы болса, онда кіріс жүктемеден шығыс жүктемесі 0,99 қабылдайды. Жоғалтуларды ескеріп жүктемені 3.13 формула бойынша анықтайық.

ОПТС-4 -ке тіке кіретін станциялар үшін: ОПТС-4:

$$Y_{\text{оптс4 опст 4}} = \frac{228,2 * 449,6}{9990 - 449,6} = 10,8 \text{ Эрл,}$$

ОПТС-3:

$$Y_{\text{ОПТС}3, \text{ОПС}4} = \frac{99602 \cdot 449,6}{9990 - 449,6} = 49,8 \text{ Эрл},$$

ОПТС-6

$$Y_{\text{ОПТС}6, \text{ОПС}4} = \frac{6333 \cdot 449,6}{9990 - 449,6} = 30,4 \text{ Эрл},$$

ОПТС-5,9

$$Y_{\text{ОПТС}5,9, \text{ОПС}4} = \frac{5364 \cdot 449,6}{9990 - 449,6} = 25,5 \text{ Эрл},$$

ОПТС-6-2

$$Y_{\text{ОПТС}6-2, \text{ОПС}4} = \frac{575,5 \cdot 449,6}{9990 - 449,6} = 27,5 \text{ Эрл},$$

Жоғалтуларды ескеріп, жүктемені басқа станциялар үшін ұқсас анықтайды. Жобаланатын станцияға кіретін СЛ (олармен шақырулар келеді) DSN аймағы арқылы регистрлерге қосылады. Бул жерде S-12 тип ОПТС-4 тек бір баспалдақ DSN бар, және ол стансадағы, ПАТС желісі-нен келетін жүктемелерге қызмет көрсетеді. Сондықтан DSN кірісі мен шығысындағы ОПТС-4 пен басқа станциялардың шақыру уақыттарын ажырата білу керек. Ішкістансалық жолдармен СЛ коммутациясы қажет абонент нөмірі қабылданғаннан кейін DSN-ASM және ASM- DSN желілерінде басқа ПАТС де жүктемесін келесідей қосу қажет .

Арнайы қызмет желінің бір бунағына ОПТС -4 S-12 түсіретін абоненттерінің жүктемесі.

$$Y_{\text{ОПТС}4, \text{СП}} = 0,95 Y'_{\text{ОПТС}4, \text{СП}} = 0,95 \cdot 17,42 = 16,54 \text{ Эрл}$$

### 3.1.1 Қалааралық жүктеме

Қалааралық шығыс, тапсырыс – байланыстарының Шұғыла ықшам ауданының НТП бір абоненті үшін жүктеме 0,003 Эрл.

$$Y_{\text{АМТС}, \text{ОПТС}4} = 0,003 \cdot N = 0,003 \cdot 25000 = 75 \text{ Эрл}.$$

Ал кіріс жүктемені  $Y_{\text{СЛМ}} = Y_{\text{ЗСЛ}}$  деп қабылдайды. Қалааралық байланыста барлық іздеу баспалдақтарында жүктеме бірдей деп қабылданады.

Қалааралық байланысты АТСЭ S-12- де қызмет көрсететін шығыс

станциялық байланыс жолдары болмағандықтан, оны жергілікті жүктеме қосып есептейді.

Жобаланатын ОПТС-4-ң DSN баспалдағы мен кірісі және шығыс ағындарының жүктемесі сұлбада төртбұрыштармен көрсетілген.

### 3.1 Есептеу әдісінің негізделуі

Жобаланатын РАТС- нжабдықтар көлемін есептеу үшін (коммутациялы, сызықты басқару құралдары) келесі шамаларды білу қажет: жүктеме ағындарын, байланыс жолдары бунақтарының құрылымын, барлық бағыттағы шақырулардың қызмет сапасы, іздеу станциясының блоктары мен баспалдақтарының топтасуын білдіреді.

Абоненттен абонентке дейін жоғалу нормалары технологиялық нормалар мен бекітіледі және қалалық телефон желілері үшін 3% аспауы керек.

Ішкі станциялық шығыс АТЖ S-12 барлық басқару құрылғысының байланыс бумақтары толық қолжетерлік болғандықтан, олардың байланыс саны немесе құралдары Эрлангтың бірінші кестесі бойынша анықталады.

Жүктемені есептеу алдында, шақырулар санын санау қажет. 3.15 – формуланың сандық мәндері жүктемені үлестіру сұлбасына еңгізілген. Бұл жобаланатын станциясаның DSN баспалдағына келетін барлық хаттар ағыны.

Бұл жобаланатын станцияның DSN баспалдағына келетін барлық хаттар ағыны.

Басқалары келесі формуламен бұрын анықталып қойған.

$$t_{BX,DSN} = \frac{3600 \cdot Y // ОПТС\ 4}{NKB \cdot GKB + NHX \cdot GHX + NT \cdot CI} \text{ сек} \quad (3.4)$$

$$t_{BX,DSN} = \frac{3600 \cdot 670.81}{1612 \cdot 1.2 + 8680 \cdot 2.7 + 20 \cdot 10} = 56.2 \text{ сек}$$

$$C = \frac{3600}{56.2} \cdot (670.81 + 30 + \frac{1}{0.88} \cdot 491.21) = 80647.$$

Алынған шақырулар саны S-12 үшін 750000 қажет санынан кіші. Енді АТСЭ-S-12- нің әр түрлі байланыс құралдарының санын есептейміз.

Екі бағыттағы жүктеме ағындарының қарқындылығы бірдей, кіріс және шығыс жүктемелерінің суммасына тең (кіріс кезінде DSN баспалдағына және шығыс кезінде DSN баспалдағынан):

$$Y_{ASM,DSN} = Y_{DSN,ASM} = 580,81 + 567,46 = 1148,27 \text{ Эрл}$$

Қажет тасымалдау трактінің санын Эрлангтың бірінші формуласы бойынша анықтаймыз  $P = 0,0001$  және жүктеме белгілі.

$$V_{ASM,DSN}=V_{DSN,ASM}=E(574,13;0,0001)\cdot 2=1280$$

Тасымал трактісі немесе  $1280:2=640$  ИКМ арнасы бар, ал, ИКМ - байланыс сызығының саны алынған арна санын ИКМ-нің бір байланыс сызығындағы арналар санына бөлгенге тең яғни 30, келесі бүтін санға дейін деңгейлектеп:

$$V_{ИКМ, ASM, DSN} = V_{ИКМ, DSN, ASM} = \frac{640}{30} = 22$$

ИКМ сызығы ОПТС-4 шығыс арналар санын есептейік:

$$V_{ОПТС-4, УВСК-2/21} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 2/21} = E(53,5 ; 0,001) - 80,$$

$$V_{ИКМ, ОПС-42, 2/21} = 80/30 \text{ 3 ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, УВСК-3/32} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 3/32} = E(26,06; 0,001) - 47 ,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4, 3/32} = 47/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, УВСК-4/42} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 4/42} = E(51,4; 0,001) - 79,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4, 4/42} = 79/30 = 3 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, ОПТС-6} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 6} = E(30; 0,001) = 52,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4, 6} = 52/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, ОПТС-3} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 3} = E(49; 0,001) = 78 ,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4, 3} = 78/30 = 3 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПС-42, ОПТС-6-2} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 6-2} = E(27; 0,001) = 48,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4, 6-2} = 48/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, ОПС-5-9} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 5-9} = E(25; 0,001) = 46,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4.5-9} = 46/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ОПТС-4, ОПС-50} = E(Y, P)_{ОПТС-4, 50} = E(17,6; 0,001) = 34,$$

$$V_{ИКМ, ОПТС-4,50} = 34/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{ИКМ, ОПС-4,51} = 48/30 = 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$V_{\text{ОПТС-4, ОПС-73}} = E(Y, P)_{\text{оптс-4, 73}} = E(23,3; 0,001) = 41$

$V_{\text{ОПТС-4, ОПС-73}} = E(Y, P)_{\text{оптс-4, 51}} = E(27,6; 0,001) = 48,$

$V_{\text{ИКМ, ОПТС-4,73}} = 41/30 = 2$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{оптс-4, опс-74}} = E(Y, P)_{\text{оптс-4,74}} = E(14,9; 0,001) = 30,$

$V_{\text{ИКМ, ОПТС-4,74}} = 30/30 = 1$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{ОПТС-4, ОПС-76}} = E(Y, P)_{\text{оптс-4,76}} = E(15,7; 0,001) = 32,$

$V_{\text{ИКМ, ОПТС-4,76}} = 32/30 = 2$  ИКМ сызығы.

$V_{\text{УВСК-3/32, ОПС-42}} = E(Y, P)_{\text{3/32, ОПС-42}} = E(22,3; 0,001) = 42,$

$V_{\text{ИКМ УВСК-3/32, ОПС-42}} = 42/30 \gg 2$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{УВСК-4/42, ОПС-42}} = E(Y, P)_{\text{4/42, ОПС-42}} = E(41,5; 0,001) = 66,$

$V_{\text{ИКМ, УВСК-4/42 ОПС-42}} = 66/30 \gg 3$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{ОПТС-4, ОПС-42}} = E(Y, P)_{\text{оптс-4, 42}} = E(9,04; 0,001) = 23,$

$V_{\text{ИКМ, ОПТС-4, ОПС-42}} = 23/30 \gg 1$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{оптс-6 опс-42}} = E(Y, P)_{\text{оптс-6 42}} = E(25,08; 0,001) = 46,$

$V_{\text{ИКМ, оптс-6, опс-42}} = 46/30 \gg 2$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{оптс-3, оптс-4}} = E(Y, P)_{\text{оптс-3, 4}} = E(39,3; 0,001) = 64 ,$

$V_{\text{ИКМ, оптс-3, 4}} = 64/30 \gg 3$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{оптс-6-2, оптс-4}} = E(Y, P)_{\text{оптс-6-2, 4}} = E(22,8; 0,001) = 42,$

$V_{\text{ИКМ, оптс-6-2, 4}} = 42/30 \gg 2$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{оптс-5-9, оптс-4}} = E(Y, P)_{\text{оптс-5-9, 4}} = E(21,2; 0,001) = 40 ,$

$V_{\text{ИКМ, оптс-5-9, 4}} = 40/30 \gg 2$  ИКМ сызығы,

$V_{\text{опс-50, оптс-4}} = E(Y, P)_{\text{оптс-50, 4}} = E(15,1; 0,001) = 32 ,$

$V_{\text{ИКМ, оптс-50, 4}} = 32/30 \gg 2$  ИКМ сызығы,



$$V_{\text{ОПС-51 ОПТС-4}}=E(Y, P)_{\text{ОПТС-51, 4}}=E(23,3; 0,001)=43,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПС-51,4}}=43/30 \gg 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{\text{ОПС-73 ОПТС-4}}=E(Y, P)_{\text{ОПТС-73, 4}}=E(19,6; 0,001)=38,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПТС-73, 4}}=38/30 \gg 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{\text{ОПС-74 ОПТС-4}}=E(Y, P)_{\text{ОПТС-74, 4}}=E(13; 0,001)=29,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПТС-74,4}}=29/30= 1 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{\text{ОПС-76 ОПТС-4}}=E(Y, P)_{\text{ОПТС-76,4}}=E(13,3; 0,001)=29,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПТС-76,4}}=29/30= 1 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{\text{ОПТС-4, АМТС}}=E(Y, P)_{\text{ОПТС-4, АМТС}}=E(90; 0,005)=47,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПТС-4, АМТС}}=47/30= 2 \text{ ИКМ сызығы,}$$

$$V_{\text{ОПС-42, УСС}}=E(Y, P)_{\text{ОПС-42, УСС}}=E(17,42; 0,001)=34,$$

$$V_{\text{ИКМ, ОПС-42,УСС}}=34/30= 2 \text{ ИКМ сызығы.}$$

Кесте 3.5 - Бағыттар бойынша байланыс сызықтарымен кіріс арналар саны

Арн алар	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4	ОПТС-4
Қайдан	ОПТС-4	ОПТС-6	ОПТС-6-2	ОПТС-5-9	ОПТС-50	ОПС-51	ОПС-73	ОПТ-74	ОПС-76	УВСК-2/21	УВСК-3/32	УВСК-4/42	АМТС	
	6	2	8	6	4	8	1	0	2	0	7	9	10	

### 3.2 Жабдықтар көлемін есептеу

ASM– аналогты абоненттер желінің модулі АТСЭ-Б-12 128 аналогты

абоненттерінің желілерін өзара байланыстырады.

ОПТС-4 абонентінің сыйымдылығы 25000 тен. ASM модульдерінің саны қажет:

$$N_{ASM} = \frac{25000}{128} = 196$$

DTM - сандық абоненттер желісі модулі S-12 типті коммутациялық аймақтан басқа станция коммутаторына дейінгі және кейінгі сандық байланыс желілерді қосады. DTM бір модулінің сыйымдылығы бір ИКМ желісіне тең (30 арна).

ОПТС-4 - тен шығыс бағыттар РАТС және АМТС и УСС 28 ИКМ желісі бар. ОПТС-4 -ке РАТС және АМТС ИКМ желісінен тұрады.

DTM модуль сандары келесіге тең болады:

$$N_{DTM} = 29 + 31 = 60$$

СТМ - тактілі және тондық сигналдар модулі. Олбір такты сигналға синхрондай алады. Сонымен қатар ол станциялар үшін барлық акустикалық сигналдарды генерациялайды және уақыт датчигі болады.

S-12 типті әрбір стансада СТМ модулі бар болатын және резервті құрал ретінде жұмыс істейді. СТМ - нің әрбір модулі тактілі және тондық сигналдардың терминал құралынан және оны басқарушы құралдан тұрады.

Осылай СТМ модульдің саны  $N_{CTM} = 2$ , S-12 станциясы үшін ТТМ модульдің саны  $N_{ТТМ} = 1$ . СТМ - сигналды берудің көп жиілікті модулі, ИКМ әдісінде кодтау жүргізеді. SCM модульін есептеу үшін бізге SCM нен түсетін жүктемені анықтау қажет.

Y SCM3.22-формула бойынша анықталады:

$$Y_{SCM} = \frac{1}{\varphi K * t_{BXDSN}} * (t_{SCM, ИСХ} * \sum_k Y_{ПК} + t_{SCM, ВХ} * \sum_k Y_{ПК}) \text{ Эрл,}$$

мұнда  $t_{SCM, ИСХ} = t_{SCM, ВХ} = 2,5$ с алты символды нөмір желі үшін 3.3-кестеден алынған мәліметтер:

$$\sum Y_{k,n} = 459.04 \text{ Эрл,}$$

$$\sum_k^k Y_{n,k} = 429.54 \text{ Эрл,}$$

$$\sum Y_{k,n} \text{ және } \sum Y_{n,k} - \text{АТЖ.}$$

Бұлар электронды және координатты станция желісі болып келеді.

$$Y_{SCM} = \frac{1}{0,88 * 56,2} * (2,5 * 429,54 + 2,5 * 459,04) = 44.91 \text{ Эрл,}$$

$$N_{SCM} = \frac{E(Y;P)_{SCM}}{16} + 1 = \frac{E(44.91;0.0001)}{16} + 1 = 6.$$

Бір модульге 16 қабылдап беріп кіреді. DSN - екі бөлімнен тұратын, коммутациялық кіріс. DSN аймағының негізі GS1 /2 және GS 3. GS 1/2 бір модуліне 480 ИКМ арнасы қосылған. Ал бізде ИКМ арнасы 1512, онда GS ½ 4 модулі қажет, ал GS 3 бір модуль қажет.

$$GS \frac{1}{2} = \frac{1505}{480} = 3,$$

$$N_{GS 3} = 1.$$

### 3.3 Икемді коммутатор жабдықтарының есептелуі

Икемді коммутатордың абоненттік шоғырлауыштарды үлестіруді ұйымдастырудағы негізгі есебі шақыруға қызмет көрсету сигналды ақпаратын өңдеп мен орнатылған байланысты басқару.

GPON желіге әртүрлі типтегі тұтынушылар қосыла алады.

Келесі айнымалыларды еңгізейік:

$P_{PSTN}$ - ЧНН-ге аналогты телефон желісін колданатын абоненттердің шақыру шекті қарқындылығы;

$P_{ISDN}$  - ISDN базалық қолжеткізуді қолданатын абоненттер шақыруларының шекті қарқындылығы;

$P_{V5}$  - V5 интерфейсімен дестелік желіге қосылатын абоненттер шақыруларының шекті қарқындылығы;

$P_{PBX}$ - дестелік желіге қосылатын УПАТС абоненттерінің шақыруларының қарқындылығы;

«Қалалық АТС -ң ОТС-ға» сай қарқындылық

$P_{PSTM} = 5$ шак/чнн.  $P_{ISDN} = 10$ шак/чнн.  $P_{V5} = 10$ шак/чнн.

PSHM мәнін PPSTN-ге тең деп қарастыруға болады.  $P_{V5}$  мәнін PPBX-ке тең деуге болады.

$$P_{CALL} = P_{PSTN} \cdot (\sum_{i=1}^L N_{1\_PSTN} + \sum_{i=1}^L N_{1\_SHM}) + P_{PSTN} \cdot \sum_{i=1}^L N_{1\_SDN} + P_{V5} \cdot (\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^J N_{1\_V5} + \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^K N_{k\_PBX})$$

$P_{CALL} = 5 \cdot (900 + 500) + 10 \cdot 10000 + 35 \cdot (22 + 3) = 148375$ шак /үжс , мұндағы  $L$  - кол жеткізу рет қақпаларының саны (ікемді бағдарлауыштар қызмет керсететін).

Осылайша, икемді коммутатордың теменгі шеп  $P_{CALL}$  былай анықталады

$$P_{SX} = k_{PSTN} \cdot P_{PSTN} \cdot N_{PSTN} + k_{ISDN} \cdot P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + k_{V5} \cdot P_{V5} \cdot N_{V5} + k_{PBX} \cdot P_{PBX} \cdot N_{PBX} + k_{SHM} \cdot P_{SHM} \cdot N_{SHM} ,$$

немесекаркындылық мәнін ескере отырып:

$$P_{SX} = 5 \cdot (k_{PSTNM} \cdot N_{PSTN} + 2 \cdot k_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + k_{V5} \cdot N_{V5} + k_{PBX} \cdot N_{PBX} + k_{SHM} \cdot P_{SHM} \cdot N_{SHM}),$$

$$P_{SX} = 1,25 \cdot 5 \cdot 9000 + 1,25 \cdot 10 \cdot 10000 + 1,25 \cdot 35 \cdot 5 + 1,25 \cdot 35 \cdot 2 + 1,25 \cdot 5 \cdot 500 = 159682,5.$$

Сыйымдылығы және параметрлер. Икемді коммутаторының базалық абоненттеріне қызмет көрсету сыйымдылық параметрлеріне тәуелді.

Дестелі желіге қосылу интерфейсінің параметрлерін айталық:

$L_{Megago}$  - абоненттік байланыс желілері арқылы дабыл ақпаратын тасымалдау кезінде қолданатын MEGAGO хаттама хабарының орташа ұзындығы;

$N_{megago}$  - шақыруға қызмет көрсету кезінде MEGAGO хабарларының орташа саны;

$P_{V5UA}$  - шақыруға қызмет көрсету кезінде V5UA хаттамасы хабарының орташа үшін;

$N_{V5UA}$  - шақыруға қызмет көрсету кезінде V5UA хаттама хабарының орташа саны;

$N_{IUA}$  - шақыруға көрсету кезінде IUA хаттама хабарының орташа саны;

$L_{SH}$  - SIP/H.323 хаттамасы хабарының орташа үшін;

$N_{SH}$  - шақыруға қызмет көрсету кезінде SIP/H.323 хаттама хабарының орташа саны;

$L_{MGCP}$  - MGCP хаттамасы хабарының орташа ұзындығы.

$$V_{SX} = k_{sig} \cdot [L_{megago} \cdot N_{megago} \cdot P_{pstn} \cdot N_{pstn} + L_{VSUA} \cdot N_{VSUA} \cdot P_{V5} \cdot N_{V5} + L_{IUA} \cdot N_{IUA} \cdot (P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{PBX} \cdot N_{PBX}) + L_{sh} \cdot N_{sh} \cdot P_{sh} \cdot N_{sh} + L_{mgcp} \cdot N_{mgcp} \cdot (P_{pstn} \cdot P_{pstn} + P_{vsua} \cdot N_{vsua} + P_{ISDN} \cdot N_{ISDN} + P_{PBX} \cdot N_{PBX})] / 450,$$

Мұндағы  $V_{SX}$  – минимал пайдалы транспорттық ресурс, бит/с.

$k_{sig}$  – дабыл жүктемесін тасымалдау кезіндегі пайдалы транспорттық ресурсты пайдалану коэффициенті. 0,2 Эрл жүктемеге сәйкескелетін  $k_{sig}$  - 5 деп аламыз. Барлық хабарлардың орташа ұзындығы 50 байт, алсаны 10 байт болса формулаға қойып:

$$V_{SX} = 5 \cdot (11 \cdot P_{pstn} + 78 \cdot (N_{V5} + N_{pbx}) + 22 \cdot N_{isdn} + 6,5 \cdot N_{sh}),$$

$$V_{SX} = 5 \cdot (11 \cdot 9000 + 78 \cdot (4 + 2) + 22 \cdot 10000 + 6,5 \cdot 10) = 1597665.$$

Дестелі желіге қосылу икемді коммутатор жабдықтарының сыйымдылық параметрлері дабыл ақпаратын тасымалдау үшін келесі көлемдеп өткізу жолақтары қажет, бит/с:

$$V_{PSTN} = (P_{PSTN} \cdot N_{PSTN} \cdot L_{MEGAGO} \cdot N_{MEGAGO}) / 90,$$

$$V_{pstn} = (5 \cdot 9000 \cdot 50 \cdot 10) / 90 = 22500000 / 90,$$

$$V_{ISDN} = (P_{SDN} \cdot N_{ISDN} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90,$$

$$V_{pstn} = (10 \cdot 10000 \cdot 50 \cdot 10) / 90 = 50000000 / 90,$$

$$V_{v5} = (P_{v5} \cdot N_{v5} \cdot L_{vsua} \cdot N_{vsua}) / 90,$$

$$V_{v5} = (35 \cdot 4 \cdot 50 \cdot 10) / 90 = 70000 / 90,$$

$$V_{PBX} = (P_{PBX} \cdot N_{PBX} \cdot L_{IUA} \cdot N_{IUA}) / 90,$$

$$V_{pbx} = (35 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 10) / 90 = 35000 / 90.$$

ТСР/IP протоколдары және Ethernet, Token Ring және АТМ сияқты болашағы бар кең тараған желілік технологиялардың да коэффициент көлемдері есептелген.

$$K_{Eth.P} = 1.034, K_{Eth.802.3} = 1.034, K_{Eth.802.2} = 1.038, K_{Eth.SNAP} = 1.044, K_{TR} = 1.005, K_{ATM} = 1.104, K_{TCP} = 1.0156, K_{IP} = 1.0156.$$

$$V_{ip}^k = N_{abi}^k \cdot T_{ck} \cdot \gamma_i^k \cdot V_{max}^k.$$

$N_{abi}^k$  - абоненттер саны  $k$  - лық  $i$  объектінің қызмет;

$\gamma_i^k$  - тапсырыс саны;

$k$ - лық абоненттен бірлік уақытында түсетін коэффициент;

$\gamma_i^k = 1/t_{c}^k$  - абоненттің байланыс сеансының орташа созымдылығы;

$V_{max}^k$  -  $k$ -лық қызметі максималды жылдамдығы.

Онда күтілетін ауырпалықтар,  $i$ -лік байланыс түйіндерінің абоненттер генерацияланады:

$$V_{ip} = V_{ip} \cdot k$$

Мұнда  $K$  - қызмет саны.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада GPON технологиясын Шұғыла ықшам ауданына орнату қарастырылған. Шұғыла ықшам ауданында телекоммуникация желілерінің құрылымдық сұлбалары мен оларға қысқаша түсініктеме келтірілген. Жобада GPON технологиясын қосудың негізгі мақсаттары, ерекшеліктері, сонымен бірге олардың басқа технологиялармен салыстырмалы айырмашылықтары да қарастырылған. Абоненттік тұрғын үй кешеніне қазіргі таңдағы мультисервистік қызметтерді ұсынуда ресейлік қондырғысы таңдалды. Оның техникалық сипаттамасы, қызмет ету сапасы және жұмыс істеу принциптері мен орындайтын функциясы ерекше аталып кеткен.

Есептеу бөлімінде пакеттің ұзындығын оптимизациялау, талап етілетін өткізу жолағы мен негізгі сапалы көрсеткіштері есептелген. “SIECOR” фирмасының A-DF(ZN)2Y3X4E9/125 0.38F3.5+0.22H3.5 түріндегі кабел таңдалып, оның техникалық параметрлері: мод сандары мен дисперсиясына есептеулер жүргізілді.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Слепов Н.Н. Развитие технологий оптической связи и волокон: Семинар компании Corning – 19.12.06. – Фотоника, №2, 2007, с.6–9.
- 2 Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON // Lightwave Russian Edition, 2004, № 1, с. 22; № 2, с. 25; № 3, с. 21.
- 3 Гладышевский М.А. Сравнение технологии EPON и GPON // Lightwave Russian Edition, 2005, № 2, с. 16.
- 4 Битнер В. И. Качество услуг электросвязи. – Новосибирск. Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2000.
- 5 Иванов А. Б. Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи: измерения, анализ, мониторинг. - М., Системс, 2000.
- 6 Рек. ITU\_T G.984.4.Gigabit\_capable Passive Optical Networks (G\_PON): ONT management and control interface specification.
- 7 Наний О.Е., Павлова Е.Г., Таначев И.А. Полимерное оптическое волокно: достижения и перспективы практического применения // Lightwave Russian Edition. 2007. №4. С. 41.
- 8 Дж. Уолренд Телекоммуникационные и компьютерные сети: «Постмаркет» – 2000г.
- 9 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи,- М: Радио и связь 2000.
- 10 Экономика связи / Под ред. док. эк.наук профессора Срапионовой О.С. и к.э.н. Болдиной В.Н., – М, Радио и связь, 1984
- 11 Резникова Н. П. Маркетинг в телекоммуникациях. Издание II, дополненное и переработанное. – М., 2002.
- 12 [www.alstream.ru](http://www.alstream.ru)
- 13 [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- 14 [www.teralink.ru](http://www.teralink.ru)

**СЫН – ПІКІР**  
дипломдық жоба

Борибаев Берекет

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация  
Тақырыбына: **Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру**

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі \_\_\_\_\_ бет;  
б) түсіндірме жазбасы \_\_\_\_\_ бет.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ**

Дипломдық жобада Борибаев Берекет Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру қарастырған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде берілістері ITU-T G.984.x стандарты, GPON құрылғылары арқылы Шұғыла ықшам ауданында оптикалық-талшықты кабель байланыс жүйесінмен камтамасыздандыру келтірілген.



Екінші бөлімде берілістері байланыс жүйесінің GPON технологиясының негізінде талдауы, GPON жүйесін жобалау технологиясы.

Үшінші бөлімде жоба бойынша техникалық есептеулер бөлімі қарастырылған. Шұғыла ықшам ауданында байланыс желісінің сұлбасын құру;

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

**Жұмыс бағасы**

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/А/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Борибаев Берекет 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҮжА каф.  
доктор PhD,  
қауымдастырылған профессор  
 Әлібек Н.Б.  
«» АКУЛЬТЕТІ \_\_\_\_\_ 2019 ж.



**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ШІКІРІ**

**дипломдық жоба**

Борибаев Берекет

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру**

GPON - желілерінде бір талшық бойымен бір уақытта әртүрлі трафик түрлерін таратуға болады. GPON - ның тағыда бір маңыздылығы, сақина тәріздес топологиямен салыстырғанда, барлық клиенттік құрылғы терминалды болып келеді, бұл дегеніміз қайсыбір абонентті өшіру басқалардың жұмыс істеуіне кедергі болмайды. Ал сақиналы сұлбада кез - келген абоненттің өшірілуі, артта тұрған басқа абоненттерге қызмет көрсету тоқтатылады. Нүкте - нүкте топологиясына байланысты, мұнда шоғырланудың жоқтығы, әр бағыт жеке портты іске қосады. Басқадай порттардың қатары қолданусыз қала береді, бұл құрылғыны экономдамай қолданғанды көрсетеді. GPON - да кең жолақты хабар тарату механизмі қолданылады, ақпаратты тікелей канал бойымен барлығына тез арада жібереді. Сонымен бірге құрылғы абоненттердің арасына жолақтарды серпінді орналастырады, бұл аппараттың пәрменділігін ұтымды қолданады.

GPON - ның құрылғы бағасы бойынша аса қымбат емес, операторлардың да көңіл бөлетіні де осыда. GPON желілерінің оңай үлкеюі - жаңа абонентті қосу үшін, тек қана тармақталынуды жасап және ақырғы құрылғыны қоюды керек етеді. GPON технологиясында әлсізде кезі бар ол- желінің тиянақтылығы. Ағаш тәрізді GPON құрылымында түпкі кабельдің үзілуі толық бұтақтың құлауына әкеліп соғады. Соның арасында GPON үшін резервтегі оптикалық кабельді тартуға ешкімде кедергі бола алмайды, бұл шығынды бірнешеге үлкейтеді.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Борибаев Берекет алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы дипломдық жобаны "90", деп бағалап, ал студент Борибаев Берекет 5B071900 - «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.мағ.,  
лекторы

 Г.Б. Төлен  
« 08 » 05 2019 ж.

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ШКІРІ**

**дипломдық жоба**

Борибаев Берекет

5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тақырыбына: **Шұғыла ықшам ауданында GPON оптикалық желісін құру**

GPON - желілерінде бір талшық бойымен бір уақытта әртүрлі трафик түрлерін таратуға болады. GPON - ның тағыда бір маңыздылығы, сақина тәріздес топологиямен салыстырғанда, барлық клиенттік құрылғы терминалды болып келеді, бұл дегеніміз қайсыбір абонентті өшіру басқалардың жұмыс істеуіне кедергі болмайды. Ал сақиналы сұлбада кез - келген абоненттің өшірілуі, артта тұрған басқа абоненттерге қызмет көрсету тоқтатылады. Нүкте - нүкте топологиясына байланысты, мұнда шоғырланудың жоқтығы, әр бағыт жеке портты іске қосады. Басқадай порттардың қатары қолданусыз қала береді, бұл құрылғыны экономдамай қолданғанды көрсетеді. GPON - да кең жолақты хабар тарату механизмі қолданылады, ақпаратты тікелей канал бойымен барлығына тез арада жібереді. Сонымен бірге құрылғы абоненттердің арасына жолақтарды серпінді орналастырады, бұл аппараттың пәрменділігін ұтымды қолданады.

GPON - ның құрылғы бағасы бойынша аса қымбат емес, операторлардың да көңіл бөлетіні де осыда. GPON желілерінің оңай үлкеюі - жаңа абонентті қосу үшін, тек қана тармақталынуды жасап және ақырғы құрылғыны қоюды керек етеді. GPON технологиясында әлсізде кезі бар ол- желінің тиянақтылығы. Ағаш тәрізді GPON құрылымында түпкі кабельдің үзілуі толық бұтақтың құлауына әкеліп соғады. Соның арасында GPON үшін резервтегі оптикалық кабельді тартуға ешкімде кедергі бола алмайды, бұл шығынды бірнәшеге үлкейтеді.

Дипломдық жобаны жасау барысында студент, Шұғыла ықшам ауданында GPON желісін жобалау мүмкіндігі қарастырылады.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Борибаев Берекет алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Диплом алдындағы қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф. техн.ғыл.маг.,  
лекторы

Г.Б. Төлен  
« 09 » 05 2019 ж.