ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

Тақырыбы: «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
_____Е.Таштай
«20» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері»

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған: Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

Пікір беруші
ҚазҰАУ ассоц.профессоры,
PhD докторы
Н.Б.Әлібек
«20» мамыр 2022 ж.

Ғылыми жетекші
ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы,
экон.ғыл.канд.
А.Е.Куттыбаева
«20» мамыр 2022 ж.

Алматы 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
_____Е.Таштай
«21» ХІІ 2022 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

Тақырыбы «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері»

Университет ректорының «24» *желтоқсан 2021 ж. № 489-П/Ө бұйрығымен бекітілген.*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«20» мамыр 2022 ж.*

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

а) Қала ішіндегі аудан таңдау, аудандағы пәтерлер саны 400, байланыс қызметтері: интернет, теледидар, телефония;

б) Бір модалы кабель 1490 нм, толқын ұзындығы λ=1310 нм, λ=1550 нм;

в) пассивті желі құрылымдық сұлбасы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

1) Қала тұрғын ауданындағы PON желісін жобалау;

2) Өткізу жолағын есептеу;

3) Оптикалық кабель өшуліктері параметрлерін есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, . - 140 с.2005 г

2 www.dePs.ua – Оптическое оборудование для построения сетей.12.04.2015

3 Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. - Средства связи для последней мили. - М: Эко-Трэндз - НТЦ Натэкс, 2000

4 <https://telecom.kz/ru/purchases> - сайт компании АО "Казахтелеком"

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	01.12.2021-25.12.2021	Орындалды
Қазіргі желіге шолу	01.12.2021-25.12.2021	Орындалды
GPON кең жолақты қатынау желісін салыстыру және байланыс жолы компоненттерін таңдау;	20.01.2022 -25.03.2022	Орындалды
Жабдықтар жұмысының есебі	25.02.2022 - 20.05.2022	Орындалды
GPON кең жолақты қатынау желісінің параметрлерін есептеу: минималды өлі аймақты есептеу, өшулікті және өшулікті өлшеудің қателігін есептеу,	25.02.2022 - 20.05.2022	Орындалды
Дипломдық жұмыстың қолжазбасы	15.05.2022 -20.05.2022	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
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы	20.05	
Теориялық ақпарат	А.Е.Куттыбаева, ЭТжҒТ каф.сениор-лекторы	20.05	
Норма бақылау	Ж.М. Досбаев, ЭТжҒТ каф. ассистенті, т.ғ.м.	23.05.2022	

Ғылыми жетекшісі _____ А.Е.Куттыбаева

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ М.Т.Есімханова

Күні «___» _____ 2022 ж.

АНДАПТА

Бұл дипломдық жобада «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері» туралы ақпарат толық беріледі. Бастапқы бөлімінде пассивті желілердің толықтау сипаттамасы, құрылымы, олардың байланысу тәсілдері, яғни, топология түрлері мен артықшылықтары ұсынылды.

Негізгі бөлімінде толықтай осы тақырып бойынша теориялық ақпараттар енгізіледі олар Gigabit PON байланысу жүйесіне, осы гигабитті пассивті желінің негізгі компоненті – талшықты- оптикалық кабельдің сипатталады. Талшықты-оптикалық кабельдердің құрылымы және FTTx технологиясы жайлы ақпарат беріледі.

Дипломдық жұмыстың үшінші бөлімі есептеу бөлімінде жобаланатын тапсырмалары бойынша оптикалық кабелдің негізгі параметрлері, атап айтқанда, өшулікті, өткізу жолағын , арналар саны, өткізу қабілеттілігі, өшу коффициенттері , меншікті өткізу жолағына есептеу жұмыстары жасалады.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте представлена информация о «принципах построения сети широкополосного доступа GPON». В начальном разделе были представлены характеристика, структура пассивных сетей, способы их связи, т. е. виды и преимущества топологии.

В основной части полностью вводятся теоретические сведения по данной теме они описываются в системе связи Gigabit PON, основной составляющей этой гигабитной пассивной сети-волоконно-оптического кабеля. Предоставляется информация о структуре волоконно-оптических кабелей и технологии FTTx.

Третья часть дипломной работы в расчетной части по проектируемым заданиям выполняются основные параметры оптического кабеля, а именно: затухание, полоса пропускания , количество каналов , пропускная способность, коффициенты затухания, собственные полосы пропускания.

ANNOTATION

This diploma project provides detailed information about «principles of building a GPON broadband network». In the initial section, a description of the complementarity, structure of passive networks, methods of their communication, i.e. types and advantages of topologies are presented.

In the main part, theoretical information on this topic is fully introduced, which describes the Gigabit PON communication system, the main component of this gigabit passive network – a fiber - optic cable. Information about the structure of fiber-optic cables and FTTx technology is provided.

The third part of the thesis in the calculation section, the main parameters of the optical cable, namely the attenuation , bandwidth , number of channels, bandwidth, attenuation coefficients , calculation of its own bandwidth, are developed according to the projected tasks.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе		7
1	Пассивті оптикалық желісі	9
1.1	Өтенай шағын ауданындағы PON желісін жобалау	9
1.2	PON технологиясына түсіндірме	11
1.3	Пассивті желі құрылғыларын талдау	11
1.4	Технологияның салыстырмалы артықшылықтары	13
1.5	Пассивті оптикалық желінің ерекшеліктері	16
2	Талшықты оптикалық кабель	18
2.1	ТОБЖ-ның негізгі элементі	18
2.2	Талшықты оптикалық кабелдің түрін таңдау	20
2.3	Таңдалған кабель түріне сипаттама беру	21
2.4	Орталық ауқым жұмыс принципі	23
2.5	Gigabit PON (GPON) сипаты	25
2.6	FTTx технологиясы	27
3	Диплом тақырыбы бойынша есептеулер	30
3.1	Берілген арналардың өткізу қабілеті мен тарату жылдамдығын есептеу	30
3.2	Талшықты оптикалық кабельдің апертурасын есептеу	31
3.3	Меншікті өткізу жолақтары санын анықтау	35
3.4	Оптикалық желінің негізгі параметрлерін есептеу	36
3.5	Желінің оптикалық бюджетін есептеу	37
3.6	GPON желісінің өткізу қабілетін есептеу	38
3.7	Талшықты-оптикалық электр беру желісінің сенімділігін есептеу	40
3.8	PON желісінің өткізу қабілетін есептеу	41
3.9	Абоненттер жасаған бір OLT портына жүктемені есептеу	43
3.10	Жобадағы қажетті жабдықты есептеу	46
3.11	OLT Huawei MA5680T жабдықтарының техникалық сипаттамасы	46
3.12	ONT сипаттамалары	49
Қорытынды		52
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі		53
Қосымша 1		54

КІРІСПЕ

Бұл дипломдық жұмыста қарастыратын бөліміміз - пассивті оптикалық желілерді оның ішінде GPON талқылаймыз. Негізі желілік жабдықтар 2 түрге бөлінеді: активті оптикалық желі (AON) - белгілі бір абоненттерге сигналдарды электрлік жетегі бар коммутациялық құрылғыларды , яғни, маршрутизаторлар мен коммутатор агрегаторлары сияқты құрылғымен таралып басқарылуын жүзеге асыратын желі. AONs-тың екі нұсқасы бар, атап айтқанда екі нүктелі Ethernet (PtP) және ActiveStar (AS). Екі нүктелі "гомерун" деп те аталады. Бұл архитектурада әр абонент үшін орталық кеңседе орналасқан оптикалық желі терминалы (ONT) және оптикалық желі терминалы (OLT) болуы мүмкін үй шлюзі арасында арнайы талшықты-оптикалық байланыс орнатылады. Екінші жағынан, Aon Active Star (AS) "нүкте-нүкте" топологиясына ие және орталық кеңсе мен бірнеше үйді байланыстыратын белсенді қашықтағы түйін (RN) бар. RN ғимаратта болуы мүмкін немесе кеңсе болуы мүмкін және ол абоненттер тобынан трафикті біріктіреді және Орталық кеңседегі басқа Ethernet қосқышына фидер талшығымен қосылады. Фидер талшықтары ақауларға төзімділікті қамтамасыз ету үшін орналастырылған, ал оптикалық сигнал мыс кабельдері арқылы үй шаруашылығына қосылатын RN-де аяқталады. AON архитектурасында жабдықтың құны әлдеқайда жоғары және оған қарау қиынырақ

Пассивті оптикалық желілердің әртүрлі түрлері бар, олар әр түрлі жұмыс істейді, бірақ олардың өзіндік артықшылықтары бар. GPON және компоненттердің архитектурасы, сондай-ақ олардың топологиялары мен түрлері, содан кейін жүктемеге байланысты.Пассивті оптикалық желі (PON) технологиялары 90-жылдардың ортасынан бастап қол жетімді бола бастады. Дегенмен, соңғы жылдары стандарттар дамып коммерциялық стандарттар енгізілген екен. Желілер кең жолақты PON - (BPON) болып, дамыған ATM - PON (APON) деп есептелінді. BPON APON бағдарламасымен кері үйлесімді болып келеді. Ethernet PON (EPON және GePON жаңа нұсқалары) PON желілері үшін балама шешім болып табылады. GPON электрмен жұмыс істейтін коммутациялық жабдықты қажет етпейді және олардың орнына оптикалық сигналдарды желі арқылы жылжыту кезінде бөлу және қосу үшін оптикалық сплиттерді пайдаланамыз.

Толқын ұзындығын бөлу мультиплекстеуі мыс сымдар арқылы оптикалық талшықтарды пайдаланамыз , олар өткізу қабілеттілігі мен жылдамдығын, ұзақ диапазонды, қауіпсіздікті, сенімділікпен және жеңіл дизайнды болғанымен ерекшелінеді. Жәнеде толқын ұзындығын бағыттау және ауыстыру арқылы коммутацияланған жарық жолын қамтамасыз ету үшін талшықтың басқа сипаттамаларын қолданады.

1. ПАССИВТІ ОПТИКАЛЫҚ ЖЕЛІСІ

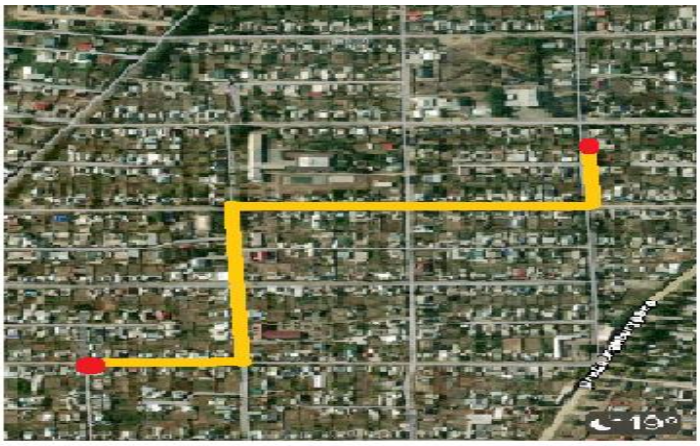
1.1 Өтенай шағын ауданындағы PON желісін жобалау

Қазіргі уақытта желіде трафиктің басым түрі дауыстық жазба (телефон) болып қала береді. Алайда, кабельдік байланыс желісін жетілдіру процесі үздіксіз. Осыған орай Интернет, электрондық пошта, IP-телефония, цифрлық теледидар, технологиялық, құқықтық, қаржылық ақпаратты беру, қашықтықтан медициналық қызметтер, Ethernet деректерін берудің компьютерлік желілерін пайдалану және т. б. сияқты жаңа технологиялар мен байланыс қызметтері кеңінен қолданыс тауып отыр.

«Өтенай» шағын ауданы телекоммуникациялық қызметтердің кең спектрімен қамтамасыз етуі қажет-абоненттік қызметтердің міндетті пакетіне мыналар кіреді:

- IP-телефония;
- Сымды интернет;
- Кабельді сандық теледидар.

Дауысты беру үшін - 64 кбит / с , ал интернетті 10 Мбит/с жылдамдықпен , HD – 8 Мбит/с сапалы кабельдік теледидар қызметін ұсыну үшін қажет.



1.1 - Сурет - Оптикалық кабел төсеу

Кабельді ең қолайлы жерде орналасқан қалалық телефон станциясынан бастаймыз, яғни, ең жақын «Өтенай» ықшам ауданы. Кабель автомобиль жолдары мен көшелер бойымен салынған қолданыстағы кабельдік канализация жүйесі арқылы өтеді. Әрі қарай оптикалық кабель «Өтенай» шағын ауданында орналасқан орталық тарату қорабына қосылады. Әрі қарай, сплиттердің көмегімен оптикалық кабельмен кіру желісі әр ғимаратқа жеке-жеке жеткізіліп, содан кейін пәтерлерде тікелей абоненттерге таратылады.

Шағын аудан аумағында орталық тарату торабынан және шағын ауданның барлық тұрғын ғимараттарына ТОБЖ бөлуді жүзеге асыру үшін

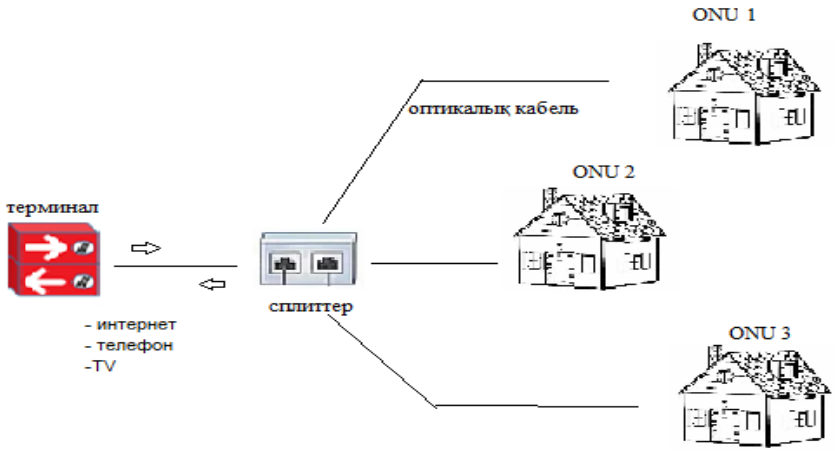
бірнеше қосымша ТОБЖ орналастыру қажет. Сондай-ақ, "Өтенай" шағын ауданында

«№ 6 Кітапхана» және «№ 26 орта мектеп» орналасқан, оларды жобаланатын кіру желісіне қосу қажет. Барлық тұрғын үйлерді FTTH (fiber to the Home) технологиясы бойынша қосамыз — тұрғын үйге дейін талшық (пәтер немесе жеке жеке үй), ал FTTB технологиясы бойынша мектеп-гимназия мен кітапхана (fiber to the Building) — ғимаратқа дейін талшық.

1.2 PON технологиясына түсіндірме

Пассивті оптикалық желі (PON) - белгілі бір беру нүктеден пайдаланушының соңғы нүкесіне дейін нүктелі топология , оптикалық кранды қолданып ақпарат тасымалдайтын талшықты-оптикалық желі.

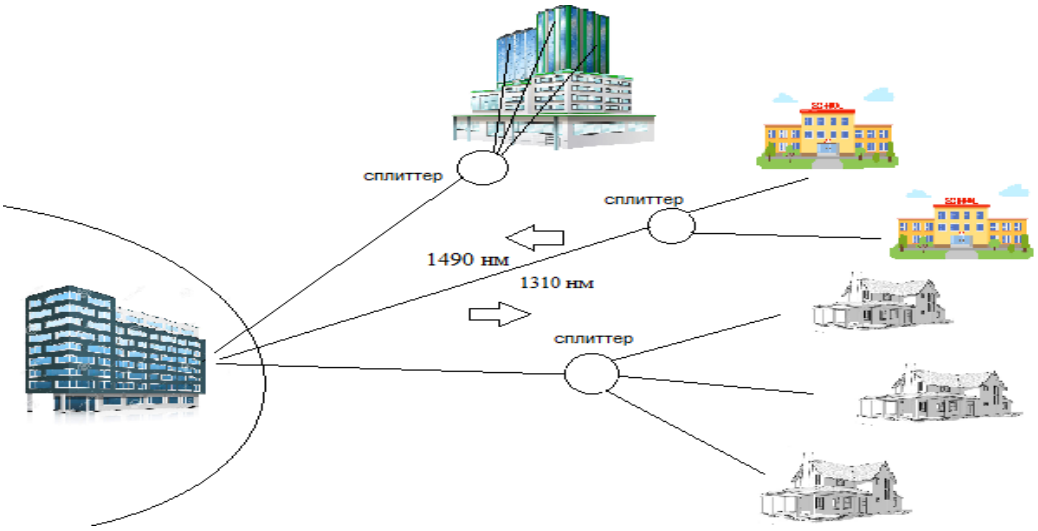
Пассивті оптикалық желі активті оптикалық желіге қарағанда қуат көзін тек қана жіберу/ қабыладау нүктелерінде ғана қажет етеді.ATM технологиясы - кең ауқымды желілерді қабылдайтын желілік технология. Ерекшелігі болып бір уақытта аудио жазба, дауыс пен деректерді желілік стандартпен жібере алады. PON асинхронды жіберу режимі Fujitsu Ltd компаниясымен ойлап табылған және Nippon Telegraph and Telephone (NTT) компаниялары мен серітестес болған. ATM технологиясына негізделген пассивті оптикалық желі 1998 жылының соңында негізделген. Өткізу жолағы 70%. Бүкіл стандарт ATM технологиясына негізделген және G.983.1 ұсынысында анықталған.



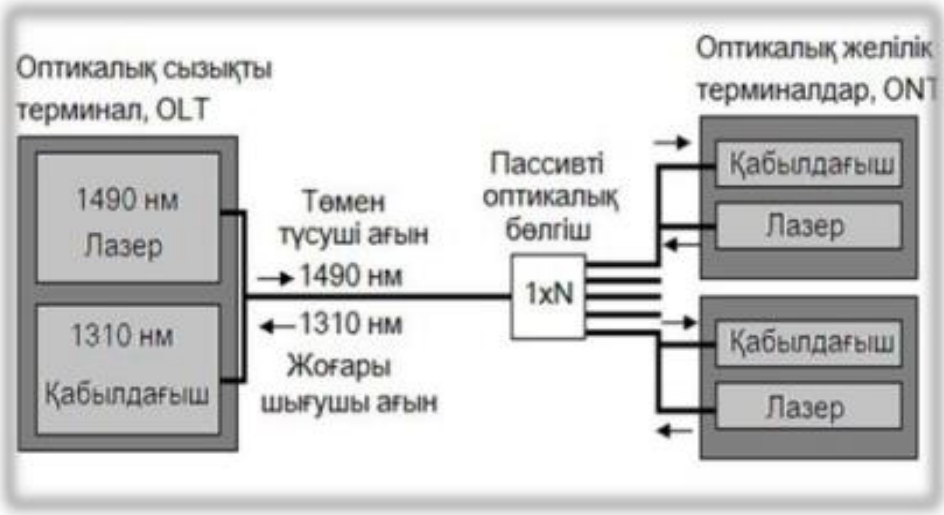
1.2 Сурет - PON элементтері

1.3 Пассивті желі құрылғыларын талдау

Пассивті оптикалық желі үш негізгі элементтен тұрады:



1.3 Сурет - PON желісінің бөлетін сплиттермен тармақтарға бөлінуі



1.4 Сурет - Пассивті оптикалық желісінің жұмыс істеу принципі

1. Оптикалық желі терминалы (Optical Line Terminal, OLT) кез-келген пассивті оптикалық желінің бастапқы нүктесі болып табылады. Ол қосылған Ethernet қосқыштары арқылы орталық қосқышқа қосылған болады. OLT-дің негізгі міндеті - түрлендіру, кодтау, мультиплекстеу және PON желісі үшін сигнал тарату.

2. Оптикалық сплиттер - ODN-де қолданылатын сигналды бөлуге және оны қосылған ONUs-қа беруге жауап беретін құрылғы. Бір модалы кабель бойындағы жарық сигналы талшықтың өзекшесіне толық шоғырлана алмайды және аз мөлшерде энергия тығыздағыш аймағында таралады. Және екі немесе одан да көп талшықтар бір-біріне орналастырылған кезде, жарық басқа оптикалық талшыққа еніп, қайта бөлу әдісін көрсетеді. Сплиттердің түрлері:

-бағытталған - оптикалық қуат беру коэффициенті оптикалық сәулеленудің таралу бағытына байланысты;

-бағытталмаған - оптикалық қуат жарық ағынының бағытына қарамастан шығыстар арасында бөлінеді;

-спектралды селективті - тек берілген толқын ұзындығымен ғана оптикалық сигналдар жүргізіледі;

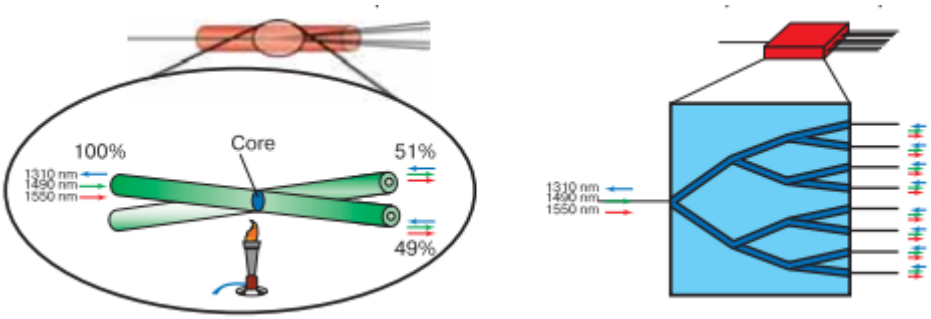
-селективті емес - трафикті толқынның барлық ұзындығына өткізеді;

-бір/екі/үш терезелі - бір, екі немесе үш оптикалық талшықты мөлдір терезелердің толқын ұзындығымен жұмыс жасайды;

-Y-типті - бір кіріс және екі шығыспен қабылданған трафикке бөлінеді;

-жұлдызша тәрізді - бір кіріс және екіден көп шығыс портты.

Сплиттердің түрін таңдағанда, бағасы мен бөлу коэффициентінен басқа, көптеген факторларды ескеру қажет. Мысалы, планарлы сплиттер қорытпаларға қарағанда температураның кең диапазонында (-45°С-тан +85°С-қа дейін) жұмыс істей алады (-25°С - тан, тіпті -40°С-тан +75°С-қа дейін) және олар дәнекерленген сплиттермен салыстырғанда сызықтық амплитудалық-жиіліктік сипаттамаларға ие (спектрлік тығыздау жүйелері үшін маңызды).

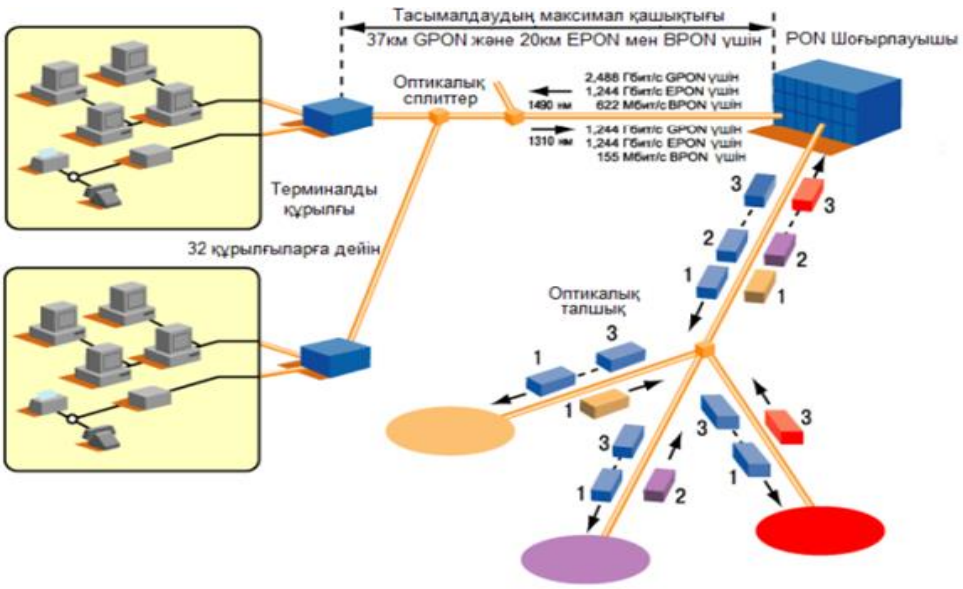


1.5 Сурет - Сплиттер дайындау технологиясы

3. Оптикалық желілік құрылғы (Optical Network Unit, ONU) – талшық бойымен таралған оптикалық синалды электрлік сигналға түрлендіреді және тиісті абоненттерге жіберіледі. ONU OLT-ге клиенттен және upstream-дан келетін әр түрлі ақпаратты жібереді, жинақтайды және өңдейді. - бұл дегеніміз ақпаратты тиімдірек беру үшін деректер ағынын ұйымдастыру және қайта құру процесі. Өткізу қабілеттілігін бөлу қарастырылған, бұл деректерді үздіксіз жеткізуді қамтамасыз етеді және клиенттен пакеттік деректер ағынын жояды. ONU әр түрлі кабелдермен қосуға болады: Витая пара, коаксиалды кабель, оптикалық талшық немесе Wi-Fi желісімен.

1.4 Технологиясының салыстырмалы артықшылықтары

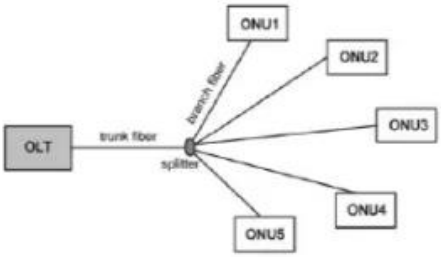
- екі түрлі толқын ұзындығы бойынша , яғни, 1550 нм орталық түйіндерден төменгі деңгейдегі абоненттерге дейін және 1310 нм орталық абоненттен щығу реакторына дейін;
- Бірнеше арналар арқылы оптикалық сигналды бөлуді орындайтын, әртүрлі арналардағы сигналдарды бір арнаға біріктіруді орындайтын құрылғы - пассивті оптикалық таратқыштар (сплиттер) аралық тораптардың араларында орналасады;
- Абоненттер арасында өткізу жолағын жеңіл өзгете алатын TDMA әдісін пайдаланылады;
- Бір центрифуга (OLT) бір абонентке (ONT) 32 базалық бірлік пен қосылуы мүмкін;
- Тасымалдайтын шекті қашықтық - 20 км. Орталық түйін / түйін сегментті 1-ден 8-ге дейін жалғастырады. (1.4- сурет)

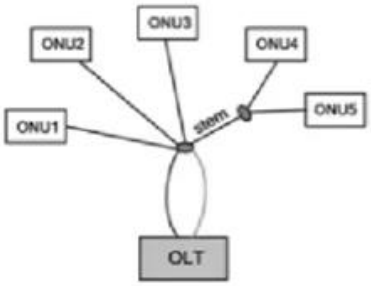


1490 нм Аудио және деректер
1550 нм Бейне жазба
1310 нм Аудио және деректер

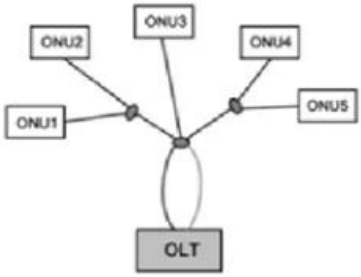
1.6 Сурет - PON желісінің құрылымы

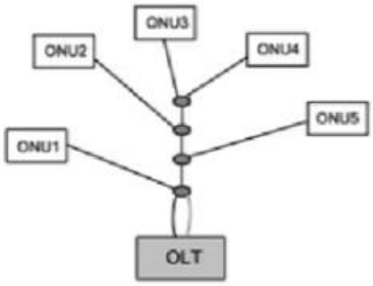
PON тасымалдау қашықтығы 20 км. Дегенмен, оптикалық желі терминалы мен оптикалық желі блогының бірі арасында талшықты байланыс ақауы орын алған кезде, әсер етілген ONU OLT-ге жете алмайтындықтан, деректер жоғалады. Сондықтан әр түрлі топологиялар арқылы алдын алуға болады. PON топологиялары түрлері 1.5 - суретте көрсетілген.



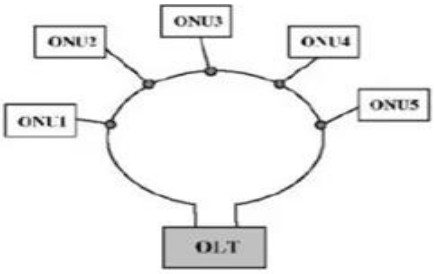


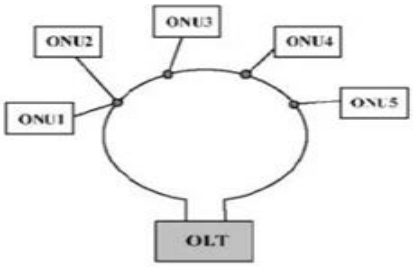
а) жұлдызша б) ағаш





в) сызықты ағаш г) шина



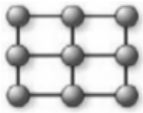


д) сақина ж) сақина-жұлдызша

Микро SDH технологиясы
Артықшылығы - талшық саны аз кетеді
Кемшілігі - желіні құру күрделігі

з) нүкте-нүкте к) нүкте көп нүкте,

Кез келген желімен байланысады .
Артықшылығы - қарапайым байланыс жүйесі
Кемшілігі - көп талшық қажет етеді
Кемшілігі - көп оптикалық таратқыш қажет



е) ұяшық

1.7 Сурет - PON топологиялары түрлері

1.1 - кесте. Пассивті оптикалық желісінің түрлері

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

1.5 Пассивті оптикалық желінің ерекшеліктері

-Электр энергияға тәуелді емес. PON желісіне жұмыс жасауын пәтерде қуат көзі болғаны жеткілікті.

- Желіні құру қолжетімді . Оптикалық - талшық үнемделінеді. Яғни, бір талшық арқылы бірнеше абоненттерге терминалдар жұмыс жасауға болады.

-Пассивті құрылғы, жабдықтар қолданылатындықтан желіні пайдалану, техникалық қызметтерге шығынның төмендігі тиіміді болып табылады.

- TriplePlay қызметін көрсету мүмкіндігі: кәбілдік теледидар қызметі түрінде немесе IPTV қызметі түрінде бейне ұсынала алады.(1.6-сурет).

- Жүйе бір уақытта сапасын өзгертпей бірнеше ресурстарды қоса алады. Бір портқа бірнеше компьютер, теледидар, телефон т.б. қосуға болады.

- Сигналдың тығыздалуы (мультиплексирленуі) қажет болған жағдайда қолданыстағы кабель арқылы қосымша ақпарат ағындарын іске қосуға мүмкіндік береді . Ол үшін әртүрлі ұзындықтағы жарық толқындары қолданылады. Осылайша, қолданыстағы кабельдік жүйе қызметтерді қосу үшін пайдаланылуы мүмкін, соның ішінде қауіпсіздік жүйелері, бейнебақылау, қауіпсіздік, өртке қарсы және т.б.

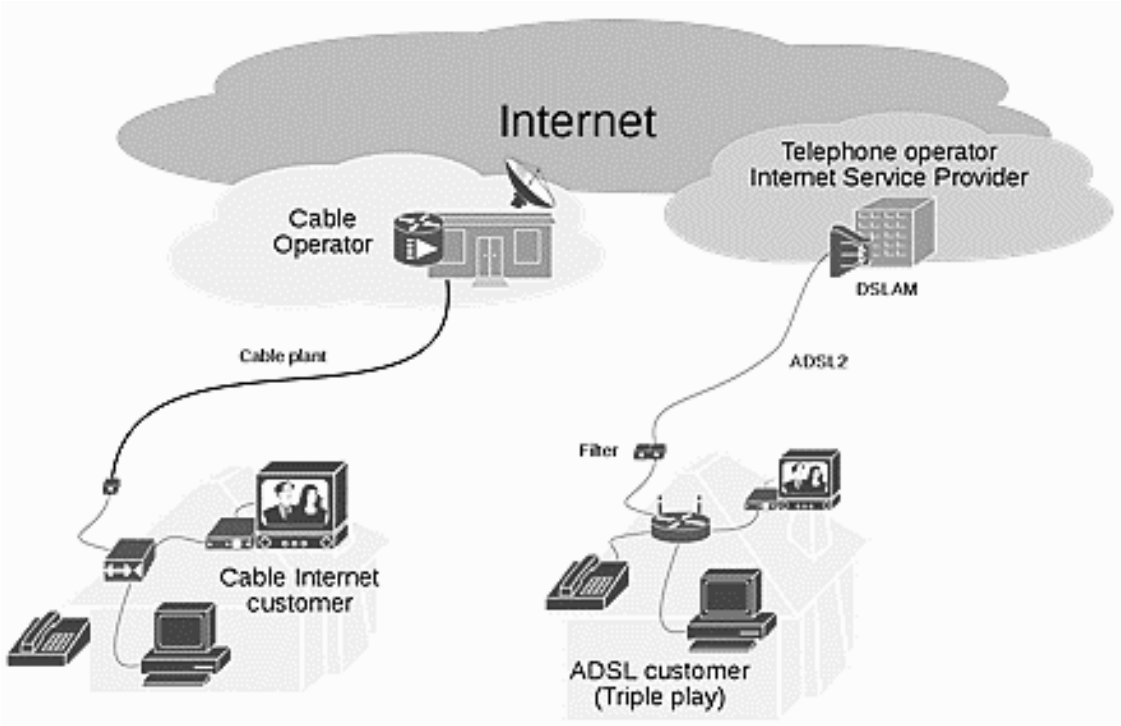
-PON технологиясының дамуы. Қуат, жылдамдық артуы және деректер жіберу құрылғыларының арзандуы - ең перспективті технология ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

-Желінің құрылғыларын сыртқы шкафтарға орналастырудың қажеті жоқ. Оны тексеруге өзгертуге, жөндеуге өте тиімді болып табылады.

-Абоненттерді үзіліссіз және өте жылдам қосуға мүмкіндік береді.

-Тарату жылдамдығын одан әрі ұлғайту (10 Гбит/с дейін) және одан жоғары желілік тракт жабдығын ауыстырусыз (оптикалық кабельдер, тармақтағыштар, қосқыштар).

-Абонент гигабитті интернетке қол жеткізе алады. Кабельді ауыстырмай таңдалынған тарифтен тыс интернет жылдамдығы 1 Гбит/с қол жеткізе алуға болады. Бұл маңызды. Себебі, әрбір жыл абоненттердің сұранысы көбеюде.



1.8 Сурет - Кабельдік бейне қызметін ұсыну немесе TriplePlay

2 ТАЛШЫҚТЫ ОПТИКАЛЫҚ КАБЕЛЬ

2.1 ТОБЖ-ның негізгі элементі

PON негізгі элементтерінің бірі - талшықты оптика.Талшықты оптикалық байланыс желісі - бұл оптикалық талшық арқылы жарық импульстарын жіберу арқылы деректерді бір жерден екінші жерге жіберу әдісі. Жарық модуляцияланған ақпаратты жіберу үшін электромагнитті тасушы толқынды қалыптастырады. Оптикалық-талшық электрлік кәбілдерге қарағанда үлкен аумаққа жеткізуге және бөгеуілге тұрақты. Бұл байланыс желі аудио, бейне, телеметрияны жергілікті желі арқылы, компьютер арқылы ауқымды қашықтықтарға жеткізе алады.

Оптикалық-талшық көптеген телекоммуникациялық компанияларда телефон сиганалдарын, интернет-байланысын, кабельдік телекөрсетілімдерді жіберуге қолданады. Bell Labs зерттеушілері опто-талшық көмегімен 100 пета бит·км/с жылдамдыққа қол жеткізді.

Келесі ретпен деректер алмасады:

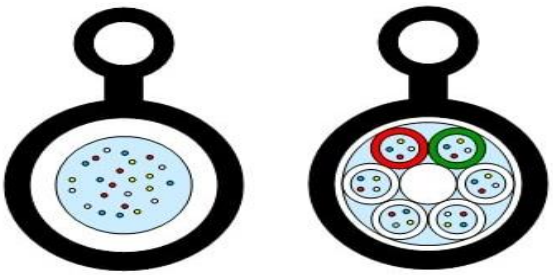
1.Электрлік сигналды оптикалық сигналға түрлендіру;

2.Сигналдың бұрмаланбауын немесе жоғалуын тексеру, сигналды талшық бойына жіберу;

3.Оптикалық сигналды қабылдау;

4.Электрлік сигналға түрлендіру.

ТОБЖ өткізу қабілеті өте жоғары болады : басқа кабелдік деректер ортасы мұндай өткізу қабілеттілігін ұсынбайды. Бір уақытта талшықты-оптикалық кабель арқылы берілетін мәліметтер көлемі мыс кабілдеріне қарағанда тым үлкен. Және кең ауқымды қашықтықтарға жеткізе алады.Себебі қуат шығыны аз болғандықтан.

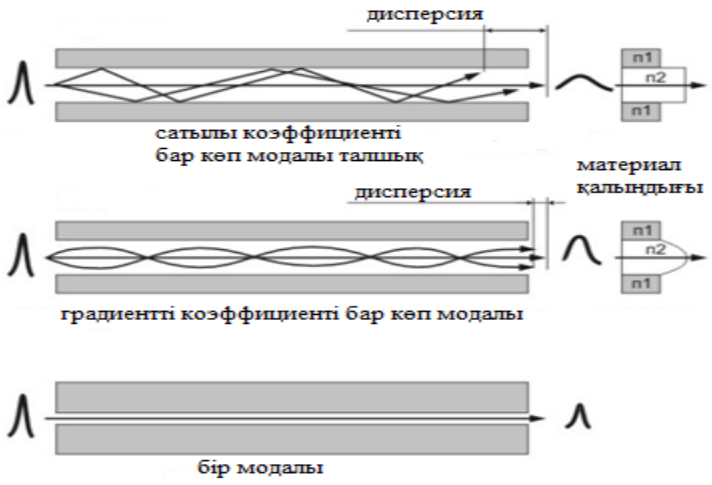


2.1 Сурет - Бір модалы және көп модалы талшық.

Сигнал жіберу үшін талшықтың 2 түрі бар: бір модалы және көп модалы. Таралу әдісі бойынша осылай аталынған . Көп модалы талшық бойымен бір немесе жүздеген мода бір уақытта таралуы мүмкін. Талшық өзектен, n1, n2 сыну көрсеткіштерінен тұрады. Бір модалы талшық диаметрі бірнеше микрометрден тұруы мүмкін. Ал көп модалы талшық ондаған не одан көп болуы мүмкін (Максвелл теңдеуін орынду үшін). Бір модалы талшықта жарық

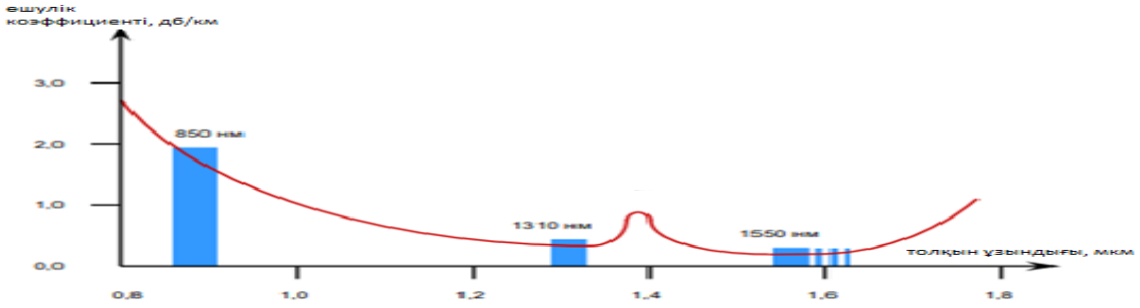
толқындарының ұзындығымен салыстырғанда жарық өткізгіш тамыры 8 - 10 мкм. Демек , талшықта 1 ғана сәуле (1 мода) таралады екен. Көп модалы талшықта жарық өткізгіш өлшемі 50 - 60 мкм. Сәуле көп ауқымда таралады екен.

Мультимодты талшықтар : сатылы талшықтарда мембранадан өзекшеге дейінгі сыну көрсеткіші өзгереді, ал градиент талшықтарында бұл өзгеріс басқаша болады - өзектің сыну көрсеткіші шетінен ортасына қарай біртіндеп артады. Жүрекшеден сыну құбылысына әкеледі, бұл дисперсияның оптикалық импульстің бұрмалануы әсерін азайтады. Градиент талшығының сыну көрсеткішінің профилі параболалық, үшбұрышты, сынған және т. б. болуы мүмкін екен.

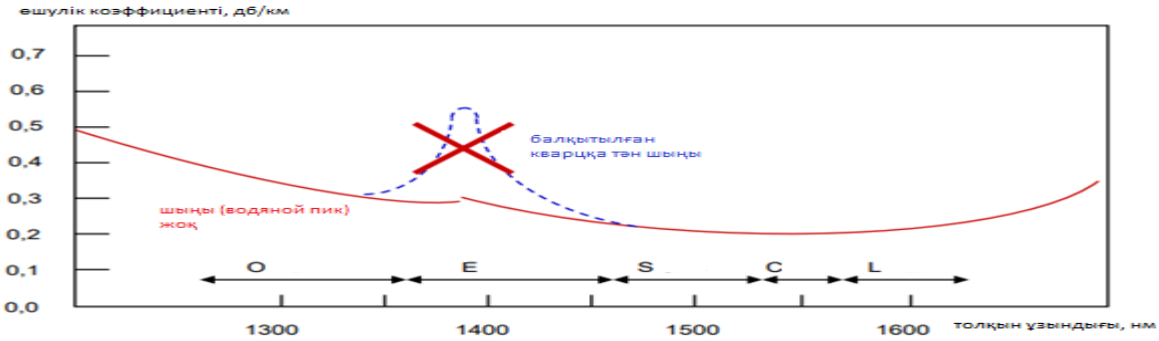


2.2 Сурет – Градиентті талшық пен сатылы талшық.

Талшықтың екі түрінің негізгі параметрі: дисперсия мен өшулік . Өшулік - дБ/км-мен өлшенеді. Яғни, сәулелердің жоғалтуларымен , шашырауымен анықталады. Өшулік коэффициентінің кварцті талшықтың толқын ұзындығына тәуелділік графигі 2.3-суретте көрсетілген. 2.4-суретте 800...1700 нм диапазонында толқын ұзындығының ыдырау өлшемі минималды. Көп модалы талшықтарға 850 және 1300 нм, бір модалы талшықтарға – 1310 және 1550 нм.



2.3 Сурет - Өшулік коэффициентінің кварцті талшықтың толқын ұзындығына тәуелділік графигі



2.4 Сурет – Өшулік коэффициентінің бірмодалы талшықты оптикалық кабелдің (ITU-T G.652.D шыңымен) толқын ұзындығына тәуелді графигі

Өшу талшықтың ұзындығына тәуелді. Қазіргі таңда сигнал 3 диапазон арқылы жүзеге асады: 0,85 мкм, 1,3 мкм, 1,55 мкм. Себебі, мөлдірлікке ие болатын деңгей болып табылады.

Оптикалық талшықтың тағы бір параметрі - дисперсия. Дисперсияның 3 түрі: материалдық , толқын арналы , модалық сияқты түрлері бар.

Модалық дисперсия көп модалы талшық типтес, таралатын уақыты әр моданың санымен шартталған. Материалдық дисперсия сыну көрсеткіші толқын ұзындығына тәуелділігімен шарталған.Толқын арналы дисперсия мода таралу жылдамдығының толқын ұзындығына тәуелділігімен тәуелді, мода ішіндегі процесстер.Жарық диоды немесе лазер толқын ұзындығының кей спектрлерін сәулелейді.Яғни, дисперсия бойымен тараған кезде импульстер кеңейеді, содан сигналдар бұрмалауы туады. Өткізу жолағы - оптикалық талшық бойымен 1 км өту кезеңінде импульстің кенею шамаға кері шама болып табылады. Ол МГц·км - мен өлшенеді.

2.2 Талшықты оптикалық кабелдің түрін таңдау

Оптикалық кабель келесі шарттарды қанағаттандыруы керек:

- жануды қолдамаңыз, галогенсіз ;
- диэлектрлік болуы керек, дәлізде жерге қоса бермеу үшін;
- шағын габаритті (диаметрі 9 мм-ден аспайтын), сыйымдылығы 12 талшықтан аспайтын;
- кабель кәрізінде төсеу үшін есептелген.

Оптикалық тарату құрылғысы қанағаттандыруы керек:

- шексіз көп қатынау;
- сыртқы шкафтарға арналған IP54, оптикалық муфталарға арналған IP68-ден кем емес;
- оптикалық сплиттерлерді орнату мүмкіндігі;

- оптикалық коннекторлар мен розеткалардың көмегімен кабельдерді қосу мүмкіндігі;

- кабельдерді жерге қосу мүмкіндігі.

Магистральдық кабельдер ретінде КС – ОКЛ маркалы кабельді пайдалану ұсынылады.

Тарату түйінінен тұрғын үйге дейінгі кабель бөлігі кәбәл канализациясынан өтеді.

Тікелей үйде сіз жертөледе беріліс қорабының ұзын қораптарын орнатып, кабельдерді диаметрі 40-50 мм құбырға қатайтып, үйдің қасбеті бойымен 1-ші және 2-ші қабаттар арасында өтіп, кіреберістердің үстіне ұзын КПФ қораптарын орнатып, кабельді диаметрі 40-50 мм құбырға немесе мырышталған металға тарта аласыз.

2.3 Таңдалған кабель түріне сипаттама беру

Кабель құрылымы:

1. ПБТ-ПА түтік еркін таблеткалар төселген ТАР және гидрофобным гельмен.

2. Интермодулярлы гидрофобты агрегат.

3. Болат мырышталған сымдармен арматуралау.

4. Сыртқы қара ПЭ қабығы таңбаланған.

- бір режимді немесе көп режимді оптикалық талшық;

- анизотропты агрегат (гель); - оптикалық модуль қабығы (PBT);

- CSE (FRP талшықты шыны немесе мырышталған болат сым);

- оптикалық модульдер мен кордельдер CSE айналасындағы SZ бұрау арқылы бұралған;

- өзек гидрофобты агрегатпен толтырылған;

- кабель өзегі синтетикалық жіптермен бекітілген;

- кабельдің өзегіне Болат полимерлі гофрленген таспадан құрыш салынған;

- жеңіл тұрақтандырылған ПЭ кабелінің қабығы;

- қабықтың түсі-қара.

Техникалық сипаттамалары:

- СТ ЖШС 41021646-27-2007 сәйкес болат полимерлі гофрленген таспамен брондалған оптикалық кабельдер;

- бекітілген монтаждау жағдайында шекті рұқсат етілген жұмыс температурасы-40 °С-тан + 60 °С-қа дейін;

- температураның циклдік өзгеруіне төзімділік-40°С-тан + 60°С-қа дейін;

- температура кезінде рұқсат етілген салыстырмалы ылғалдылық 35 ºС – 98% дейін;

- талшықтың оптикалық параметрлері кестеде көрсетілген;

- сыртқы қабық ультракүлгін сәулеленуге төзімді;

– оптикалық талшық-ITU-T Rec сәйкес. G. 652 (B, C немесе D), ITU-T Rec. G. 655 немесе ITU-T Rec. G. 651;

- кабельдің металл элементтері мен жер арасында өлшенген кабельдің сыртқы қабығының оқшаулауының электрлік кедергісі-бір км-ге кемінде 2000 МОм;

- максималды созылу күші-2700 Н дейін;

- максималды ұсақтау жүктемесі-0,4 кН / см;

- кабельдің ең аз иілу радиусы-кемінде 20 еселік ең кіші кабель мөлшері;

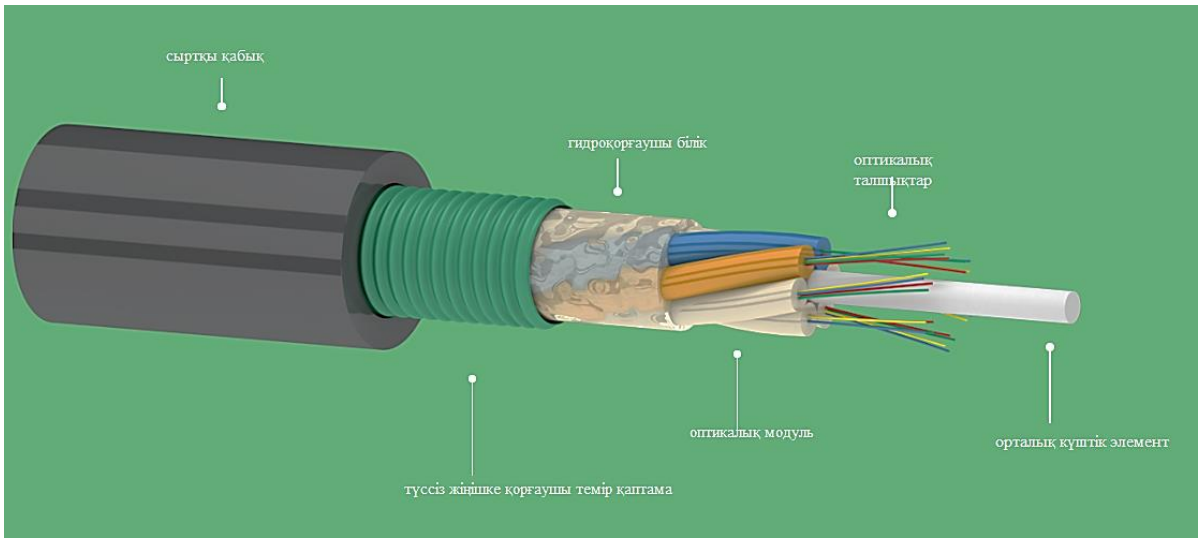
- кабельдің сыртқы диаметрі-11,4 ММ бастап;

- кабельдің салмағы-130 кг / км бастап;

- кабельдің құрылыс ұзындығы - 4000 метрден кем емес.

КС-ОКЛ маркалы кабель ғимараттарда, кәбілдік кәрізде, механикалық зақымдану қаупі және кеміргіштердің сыртқы қабығының бүтіндігін бұзу мүмкіндігі болмаған кезде, сондай-ақ пневможабу әдісімен қорғайтын полиэтилен құбырларында, құбырларда, блоктарда, Көпірлер мен шахталарда, ұзақ мерзімге су басу мүмкіндігі болмаған кезде, жоғары электромагниттік өрістер жағдайында төсеуге арналған (диэлектрлік ЦСЭ немесе алюмополиэтилен таспасынан жасалған экраны бар). Кәбілді өздігінен сөнетін ПЭ немесе ПВХ пластикаттан сыртқы қабықпен орындалған объектішілік ретінде пайдалануға болады (кәбілді таңбалауда "нг" қосылады: КС-ОКЛнг).

Кабельдің бұл түріне муфталарды қолдану-2179 CS муфтасы.



2.5 Сурет КС-ОКЛ маркалы кабель

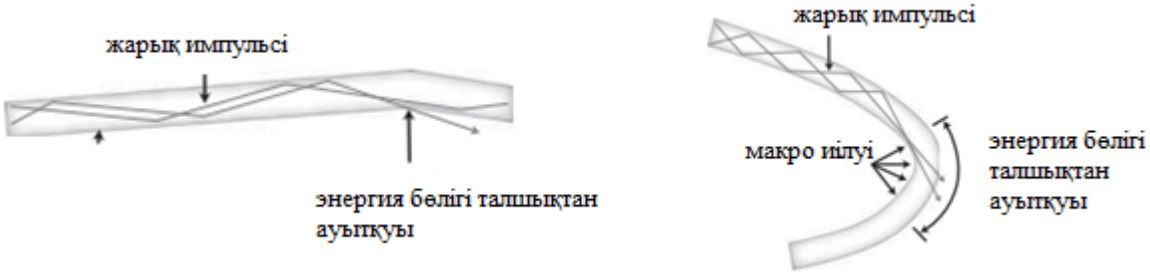
Коннектор - кабельдік оптикалық инфрақұрылымның маңызды бір элементі. Бүгінгі таңда нарықта коннекторлардың көптеген түрлері бар, бірақ FTTx желілерінде SC коннекторлары жиі қолданылады: олар салыстырмалы түрде арзан, сенімді, оларды қосу және ажырату оңай. Сонымен қатар, LC коннекторларының танымалдылығы артып келеді: олар ықшамды , демек, олар қосылыстардың тығыздығын арттыруға мүмкіндік береді, бұл техникалық бөлмелер аумағының жетіспеушілігі жағдайында маңызды. Әдетте, бір оптикалық коннектор сигналдың өшуін максимум 0,5 дБ арттырады деп

саналады. Шын мәнінде, OLT-ден ONT-ге дейінгі учаскеде бірнеше байланыс бар PON желілері үшін бұл қолайсыз. Әдеттегі оптикалық коннектор 0,1—0,2 дБ тәртібін жоғалтады. Салыстырсақ: сварный жоғалтулар байланыстағы 0,02 дБ аспайды.

Ең жоғары А класына (Grade A, IEC 61755-1 стандарты) сәйкес келетін қосылыстың сипаттамаларын қамтамасыз ететін e-2000 коннекторын бөліп көрсету керек: шығындар 0,07 дБ, қайтарылатын шығындар 68 дБ-ден асады. Бұл коннекторда контактіні шаңнан, кірден және сызаттардан, ал орнатушыларды лазерлік сәулелерден қорғайтын автоматты түрде серіппелі қорғаныс қақпақтары бар.. Мөлдір коннектор материалдары монтажшыларға "қызыл" лазермен талшықты тексеруді жеңілдетеді.

Желінің жұмысындағы қиындықтар негізінен оптикалық кабель жүйесін орнату немесе қызмет көрсету кезінде жіберілген қателіктермен байланысты. Сонымен, кабельдің шамадан тыс бүгілуі немесе қысылуы жарық энергиясының бір бөлігі талшықтан шығып, сигналдың жоғалуына әкелуі мүмкін. Бұл теріс құбылыс, мысалы, оптикалық коммутациялық сымдарды байламмен қатты тарту кезінде немесе осындай сымның үстіне ауыр мыс кабелі салынған кезде пайда болатын микро-иілу (microband) жағдайында да орын алады. Макрогибтер (macroband) кабельдің минималды иілу радиусы үшін белгіленген шектен асып кетудің салдары болып табылады және сигналдың өшуін одан әрі арттырады.

Орнатушы кездейсоқ кабельге түскенде немесе оны шкафтың есігімен қысқанда пайда болатын талшықтың жануын болдырмау үшін өте мұқият болу керек. Сыртқы жағынан, ештеңе байқалмауы мүмкін (немесе кабель қабығының сәл тегістелуі ғана көрінеді), бірақ сонымен бірге қабықтың астында талшық қатты зақымдалады, бұл байланыс арнасының сипаттамаларын едәуір нашарлатады.



2.6 Сурет – Оптикалық кабілдің макро және микро иілуі

2.4 Орталық ауқым жұмыс принципі

PON желісінің орталық торабы көбінесе АТС үй-аумағы немесе кабельді теледидар желісінің бас станциясында жабдықталады. Негізінде, бұл қондырғының жабдықтары – OLT, V-OLT және WDM-кез-келген оператор

басқаратын бөлмеде немесе тіпті қажетті температура мен ылғалдылық сақталатын контейнерде орналастырылуы мүмкін.

PON желісі абоненттерге 20 км радиуста қызмет етеді. Стандарт абоненттерді 60 км қашықтыққа шығаруға мүмкіндік берсе де, ONT құрылғыларында қолданылатын сигналды бөлудің практикалық коэффициенті қызмет көрсету аймағымен көрсетілген 20 км-ге дейін шектеледі. Бір орталық pon торабы қызмет көрсететін абоненттердің саны көптеген факторларға байланысты: осы аймақтағы әлеуетті тұтынушылардың тығыздығы, көрсетілетін қызметтер жиынтығы, оператордың бизнес стратегиясының ерекшеліктері және т. б. Мысал ретінде бір орталық торап шамамен 20 мың абонентке қызмет көрсетуі тиіс делік. Содан кейін 1:64 бөлу коэффициентімен оған кем дегенде 313 магистральдық кабель талшықтары, ал 1:32 бөлу кезінде – 626 талшық

2.1 Кесте - PON G.983.1 стандартының негізгі мәліметтері

Сипаттамасы	Спецификациясы
Шығыс ағын үшін толқын ұзындығы	1310 нм, DWDM 15xx нм, C-band
Төменгі ағындар үшін барлық жылдамдықтар	155 Мбит/с, 622 Мбит/с
Жоғарғы ағындар үшін барлық жылдамдықтар	155 Мбит/с, 622 Мбит/с

2.2 Кесте - APON (BPON), EPON және GPON негізгі сипаттамалары

Сипаттамалар	APON (BPON)	EPON	GPON
Стандарттау институттары / одақтар	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA	ITU-T SG15 / FSAN
Стандарт қабылдау күні	қазан 1998	шілде 2004	қазан 2003
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE802.3ah	ITU-T G.984.x
Тасымалдау жылдамдығы, тура/кері ағындардың, Мбит/с	155/155	1000/1000	1244/155,622,1244
622/155		2488/622,1244,2488	
622/622			
Негізгі хаттама	ATM	Ethernet	SDH
Сызықты коды	NRZ	8B/10B	NRZ
Желінің максимал радиусы, км	20	20 (>30[1])	20

2.2 кестенің жалғасы

Бір талшыққа арналған абоненттік түйіндер саны	32	32	64 (128²)
Қолданбалылар	кез келген	IP, мәліметтер	кез келген
FEC қателік түзету	қарастырылды	жоқ	керек
Толқындар ұзындығы тура/кері ағындардың, нм	1550/1310	1550/1310	1550/1310
Жолақтың динамикалық таралуы	бар	4 қолдау	бар
IP-фрагментация	бар	жоқ	бар
Мәліметтерді қорғау	ашық кілттер шифрлауы	жоқ	ашық кілттер шифрлауы
Резервті сақтау	бар	жоқ	бар

2.5 Gigabit PON (GPON) сипаты

Бүгінгі күнде PON негізі GPON (Gigabit PON) және GEPON (Gigabit Ethernet PON). GPON (Gigabit PON) 2005 жылдың соңында МСЭ-Т G.984 стандартымен шығарылған. GEPON құрастырушысы IEEE институтының EFM (Ethernet in the First Mile) комитеті болды. 2004 жылы ол IEEE 802.3 ah стандартын қабылдады. Яғни, GEPON технологиясы анықталды, оны EPON деп те атайды. EPON жүйелерінде тасымалдау протоколы ретінде Ethernet қолданылады, оның жылдамдығы 1250 Мбит/с – тан төмен және ол жоғары ағындардың бит жылдамдығын қолдайды, GPON желілеріндегі төменгі арнаның өткізу қабілеті 2,5 Гбит/с-қа дейін.

OLT құрылғылары ONT жабдықтарымен көптеген желілерге қызмет ететін мультиплексор ретінде қызмет етеді. Бұл жабдықтың бір GPON порты 64 абонентке дейін қолдау көрсете алады (сплиттерді немесе 1:64 жалпы бөлу коэффициенті бар бірнеше сплиттерді пайдаланған кезде). Осылайша, 72 порттық GPON OLT жабдығы 4608 абонентке қызмет көрсете алады.

Бір OLT портының ресурстарын көптеген абоненттер бөліссе де, ол мен әр ONT құрылғысы арасында виртуалды арна пайда болады нүкте-нүкте және Порттың барлық өткізу қабілеті осындай арналар арасында бөлінеді. Жоғарыда атап кеткендей, OLT GPON жабдығының бір портында абонентке (төмен) трафикті берудің максималды жылдамдығы – 2,5 Гбит/с, ал абоненттен

(жоғары)-1,25 Гбит/с. Әр абонентке өткізу жолағы қызмет провайдерімен жасалған келісімге байланысты болады.

PON трафигі "Ағаш " (топология) сияқты төмен қарай 1490 нм толқын ұзындығы қолданылған кезде хабар тарату режимінде таралады. Әрбір ONT құрылғысы хабар тарату ағынынан тек оған арналған ақпаратты таңдайды. Деректерді жоғары қарай беру 1310 нм толқын ұзындығында пакеттік режимде (burst) жүзеге асырылады: OLT жабдығы әрбір ONT құрылғысына беру үшін уақыт ұясын бөледі. Физикалық тұрғыдан топология "нүкте – көп нүкте" (P2MP) түрінде болады, бірақ виртуалды арналар пакеттік режимде нүкте–нүкте (P2P) динамикалық өткізу қабілеттілігін бөлумен қалыптасады.

Жоғарыда айтылғандай, әрбір ONT құрылғысы бір абонентке қызмет етеді. ONT-ның топтық (көп пайдаланушылар бар) деп аталатын құрылғылары бар, олар бір pon арнасын алып, оны бірнешеге кестелей алады, айталық, соңғы пайдаланушылар қосылған 12 портқа VDSL немесе Gigabit Ethernet. Бұл жағдайда OLT жабдығының бір порты көтеретін абоненттер саны айтарлықтай өсуі мүмкін. Тәжірбие жүзінде ONT - ге қосылған абоненттерге және ONT жалғыз пайдаланушы құрылғылары арқылы жұмыс істейтін абоненттерге қызмет көрсету сапасының бірыңғай параметрлеріне кепілдік беру үшін ONT топтық құрылғыларын қолданған кезде де 64 абоненттерінің санын шектеген жөн (әрқайсысы үшін OLT порты).

Бейнежазба тарату кезінде: GPON желілерінде бейне тарату үшін аналогтық немесе сандық (QAM модуляциясы) түрінде пайдалануға болатын 1550 нм арна бар. Бейне сигнал радиожиілік диапазонында (RF), мысалы, кабельдік теледидардың орталық станциясынан, оптикалық 1550 нм сигналына айналады. Содан кейін VOLT (Video OLT) деп аталатын жабдықпен күшейтіледі. Оған эрбиймен (EDFA) қосылған талшықтағы күшейткіштер қолданылады. Кейін WDM каплері араласады негізгі 1490 нм сигналымен және pon ағашына таратылады. ONT құрылғылары 1550 нм сигнал шығарады, оны RF форматына түрлендіреді және қабылдағышқа (теледидарға) жібереді. Егер бейнені үстеме трансляциялау жоспарланбаған жағдайда, VOLT және WDM жабдығы талап етілмейді және OLT аппаратурасынан оптикалық кәбілдер тікелей оптикалық кросқа қосылады.

Қазіргі заманғы кабельдік теледидар жүйелері PON желісі арқылы жеткізілетін 1550-ге арнамен пайдаланатын жиілік ресурстары 135 нм арнаға дейін тарату мүмкін. Осылайша, провайдер қолданыстағы теледидар жабдықтарын қолдана отырып, PON желісі арқылы бейне қызметтерін заңды түрде ұсына алады. Бұдан әрі бейне негізгі трафикке (1490 нм) ауыстырылуы мүмкін,бұл, мысалы, интерактивті функциялары және басқа да жетілдірілген мүмкіндіктері бар IP-ТВ қызметтерін ұсынуға мүмкіндік береді.Жылдамдығы Gigabit PON-ның OLT-дан ONT-ға 2488 Мбит/с және ONT-дан OLT-ға 1244 Мбит/с. Желі TDM, SDH, ATM, Ethernet сияқты технологиялардың түрлерін басқарудың дамыған механизмдерін және хаттамалардеңгейде қорғайды. GPON жеке үй, пәтерледі жүйелерінің жұмыс істелінеді.

2.6 FTTx технологиясы

GPON желілері оптикалық инфрақұрылымының әртүрлі нұсқаларын-талшықтан FTTx-тан X - ге дейін әр түрлі жолмен жеткізіледі.:

FTTx (fiber To the X) — телекоммуникация саласында оптикалық-талшықты кабельді пайдалана отырып, "X" нүктесімен байланыс торабын қосуды белгілеу үшін пайдаланылатын термин. Қарапайым сөзбен айтқанда, бұл талшықты-оптикалық кабельді белгілі бір жерге қоюға негізделген жоғары жылдамдықты желілерді төсеу технологиясы. Қазіргі уақытта телекоммуникациялық қызметтерді жеткізушілерге клиенттерді қосудың әртүрлі архитектуралары бар.

FTTB (fiber To the Building) — абоненттер орналасқан ғимаратқа оптикалық кабельді тікелей төсеуге негізделген абоненттерді қосу технологиясы. Телекоммуникациялық төсеудің бұл әдісі көбінесе көп қабатты тұрғын үйлерді, бизнес орталықтарды, әкімшілік ғимараттар мен сауда орталықтарын қосқанда қолданылады. FTTN және FTTC технологияларынан айырмашылығы, FTTB жабдықтарының шығындары біршама жоғары, бірақ телекоммуникациялық желіні іске асырудың бұл әдісі алдыңғы қатарлы технологиялар жетіспейтін бірқатар артықшылықтарға ие болады:

- Желінің жоғары сенімділігі;
- Қабылдау және беру жылдамдығы 100 Мбит/с дейін;
- Көрсетілетін қызметтер спектрін кеңейту;
- Клиент тарапынан қосымша жабдықтың болмауы ;
- Желінің кем дегенде 25 жыл бойы кепілдендірілген үздіксіз жұмысы.

FTTB байланыс жүйесін іске асыру технологиясы өзінің мүмкіндіктері бойынша FTTH технологиясынан кейін екінші орында, оған сәйкес талшықты-оптикалық кабель тікелей абоненттің пәтеріне қойылады. Бұл технология 500 Мбит/с дейінгі жылдамдықты алуға мүмкіндік береді және өзінің ұзақ мерзімділігімен ерекшеленеді, бірақ FTTH 13 технологиясы бойынша қызметтерді қосу шығындары айтарлықтай жоғары. Сондықтан, бұл технология абонентке көрсетілетін қызметтердің сапасы ақшаға қарағанда маңызды болған жағдайда ғана қолданылады. Осыған байланысты FTTB технологиясы абоненттің телекоммуникациялық қызметтерді алу үшін берген сапасы мен сомасының балансы есебінен кеңінен таралды.

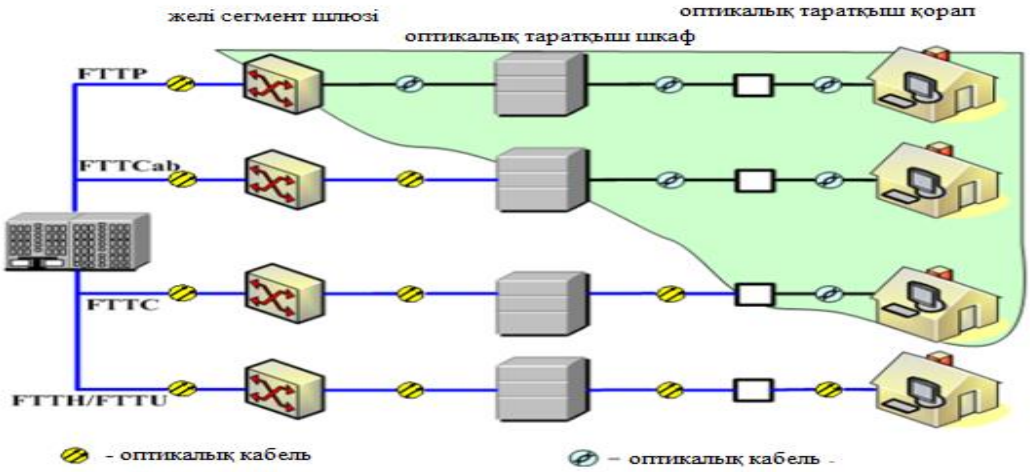
GPON желілері оптикалық инфрақұрылымының әртүрлі нұсқаларын-талшықтан FTTx-тан X - ге дейін әр түрлі жолмен жеткізіледі.:

FTTN (Fiber to the Node) - абоненттен 1 км қашықтықта желілік торапқа дейін талшық;

FTTC (Fiber to the Curb) - абоненттен 500 м қашықтықта микрорайонға, кварталға немесе үйлер тобына дейін өтетін талшық;

FTTB (Fiber to the Building) - абоненттен 100 м қашықтықта ғимаратқа өтетін талшық;

Fttc / FTTO - fiber to the Curb (кеңсе ғимараттары мен олардың айналасы үшін оптикалық талшық) және fiber to the Office (компания бөлмелері үшін оптикалық талшық). Айырмашылығы - оптикалық кабель жартылай оптикалық терминалға қаншалықты жақын (2.5 -сурет)



2.7 Сурет - FTTx жіберілу жолдары

ITU-T G. 984 ұсыныстарына сәйкес, GPON 28 дБ оптикалық қуат бюджетін қолдайды, бұл 1:32 тармақталу коэффициенті мен желінің ұзындығы 20 км-ден аспайтын фактормен шектеледі. Егер физикалық деңгейдегі шектеулерді еңсеруге болатын болса, онда сіз желінің логикалық ұзындығын 60 км-ге дейін және 128 абоненттік түйіндерге дейін логикалық тармақтауды сақтай аласыз.

GPON (Gigabit PON) архитектурасын APON технологиясы ретінде қарастыруға болады. Сонымен қатар, PON желісінің өткізу қабілеттілігі де, әртүрлі мультисервистік қосымшаларды беру тиімділігі де артады. ITU-T Rec стандарты G. 984. 3 GPON 2003 жылдың қазан айында қабылданды.

GPON LTP-8X технологиясының артықшылығы:

- бағасы тиімді
- ақпарат тарату жылдамдығы жоғары
- оптикалық сызықтардың жиынтық созылымдарын қысқарту
- ауқымы кеңдігі
- тармақталудың жоғарғы коэффициенті
- қызметтердің толық қамтамасыз етілуі

Пассивті оптикалық желінің негізгі архитектурасы көптеген желі блоктарына , желілік терминалдарына қосылатын «біреуден артық» деген принципті қолданады. Құрылғыларының бірі - оптикалық таратқыш шкаф (Оптический распределительный шкаф - ОРШ) PON магистральды желінің соңғы баратын құрылғы. Оптикалық таратқыш шкафтың қызметі жалғастырғыш кассеталар арқылы магистральдық оптикалық кабілді тарату желісі . Қолданылуына қарай 2-ге бөлінеді: қабырғалы ОРШ подъезд ішінде және ғимарат сыртында орналасатын.

2.8 Сурет - Оптикалық таратқыш шкаф

Оптикалық таратқыш қорап - PON желісінің құрылғыларының бірі. Ол тартқыш шкаф пен магистралды желі арасында қолданылады. Орналасуы-тұрғын үй/ғимарат.

2.9 Сурет - Оптикалық таратқыш қорап

Негізгі элементірінің бірі - коннекторлар. Коннекторлардың негізгі міндеті - оптикалық сигналдардың бірінен екіншісіне өтуі үшін екі талшықтың механикалық байланысын қамтамасыз ету. Байланыс орнындағы шаң, ылғал және басқа да ластаушы заттар қосылыстың сапасын едәуір нашарлатады. Сондықтан, әр байланыстың алдында коннекторларды мұқият тазалау керек, бұл далада, мысалы, сыртқы шкафта жұмыс істеу кезінде өте маңызды. Коннектор пайдаланылмаған кезде оны арнайы қорғаныс қақпағымен қорғау қажет.

3 ДИПЛОМ ТАҚЫРЫБЫ БОЙЫНША ЕСЕПТЕУЛЕР

3.1 Берілген арналардың өткізу қабілеті мен тарату жылдамдығын есептеу

Шағын ауданда пайдалануға арналған трафиктің жалпы ағыны абоненттердің жалпы санына байланысты, өйткені әр үйді кіру желісімен жабдықтау жоспарланған. "Өтенай" шағын ауданын FTTH кіру желісіне қосу қажет. Бірақ барлығы абоненттер қосылмайтындықтан (бәсекелестердің 3G және 4G ұқсас қызметтеріне байланысты), абоненттердің есептік саны жалпы абоненттің 20% - ын алып, 400 абонентті аламыз. Арналардың қажетті саны желінің өткізу қабілеттілігі арқылы есептеледі. Желінің қажетті өткізу қабілеті келесі бастапқы деректермен анықталуы мүмкін.

Қызмет түрлері:

IP телефония (интерактивті сөйлеу);

Интернет (бейнетелефон, бейнеконференция, телемедицина, телебағдарлама, электрондық пошта, т. б.);

Сандық кабельді теледидар.

1. IP-телефония деректерін беру.

64 кбит/с – қазіргі қолайлы байланыс жылдамдығы болып табылады.

Сонымен ақпарат тарату жылдамдығы $V_{пд\ ip}$= 64 кбит/сек;

- абоненттердің болжамды саны P_{ab} = 50 % абоненттердің жалпы санының ;

Осыдан IP - телефония үшін арналар санын табамыз :

$$P_{ab} = 400\frac{50}{100} = 200 \text{ арна;}$$

IP телефония пайдаланушыларының табылған саны бойынша бізге 22,5 Мбит/с деректерді беру үшін трафик жеткілікті.

2.Интернет арқылы ақпарат тарату

- деректер арансының жылдамдығы $V_{пд} = 10\frac{\text{Мбит}}{\text{сек}}$;

- абоненттерінің болжамды саны жалпы саннан $P_{ab} = 100\%$;

Осыдан интернет деректерін беру үшін арналар саны :

$$P_{ab} = 400\frac{100}{100} = 400 \text{ арна;}$$

Интернет арналарының табылған саны бойынша, бізге 7,3 Гбит/с интернетті беру үшін арнасы бар бір провайдер жеткілікті.

3. Сандық кабельді теледидар:

- сандық теледидар арналарының саны N_{tv}= 64 (54 тегін және 10 коммерциялық арна);

-1 теледидар арнасының берілу жылдамдығы (DVB-C) V_{tv} = 8 Мбит / сек;

Сандық теледидардың барлық 64 арнасының берілу жылдамдығы

$$V_{tv} = 8 \cdot 64 = 512\frac{\text{Мбит}}{\text{с}};$$

4. Жергілікті желілерді ұйымдастыруға қажеттілік:

Ethernet желісінің түрін таңдаймыз, алмасу жылдамдығы $V_{лвс}$ = 100 Мбит/сек. Қол жеткізу желісі трафигінің жиынтық көлемін есептеу Байланыс қызметтеріне барлық қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін берудің жиынтық жылдамдығын бағалау негізінде жүргізіледі.

Жиынтық жылдамдығы мына өрнек бойынша анықталады:

$$V_{сумм} = V_{пд.ip} + V_{пд} + V_{tv} + лвс, \frac{Мбит}{сек}; \quad (3.1)$$

Нәтижесі

$V_{сумм}$ = 22,5+7300+512+100=7,934 Гбит/сек.

Біз жіберетін байланыс қызметтерінің бастапқы цифрлық ағындарының жалпы санын Е1 (2048Кб/с) мынадай формула бойынша анықтаймыз:

$$N_{E1} = \frac{V}{2048}, \quad (3.2)$$

Бұл жерден :

Internet тарату үшін бөлінетін Е1 ағындарының саны:

$$E1_{пд} = 7300/2{,}048 = 3564;$$

Internet тарату үшін бөлінетін Е1 ағындарының саны:

$$E1_{лвс} = 100/2{,}048 = 50;$$

Сандық ТВ жіберу үшін бөлінетін Е1 ағындарының саны:

$$E1_{тв} = 512/2{,}048 = 250;$$

IP-телефонияға бөлінетін Е1 ағындарының саны:

$$E1_{тлф} = 22{,}5/2{,}048 = 11;$$

Жобаланған ТОБЖ бойынша Е1 берілетін ағындардың жалпы саны құрайды:

$$N_{E1} = 3564 + 50 + 250 + 11 = 3875;$$

Е1 ағындарының есептелген саны 7,934 Гбит / с беріліс жылдамдығына сәйкес келеді.

Сондай-ақ, кабельдің ұзындығын орталық тарату шкафынан әр абонентке дейін есептейміз. Орталық шкаф ең қолайлы жерде орнатылады, мұндай орын құрылыс жағдайларына байланысты шағын ауданның шетінде болды.

3.2 Талшықты оптикалық кабельдің апертурасын есептеу

Апертураны есептеу керек, бұл талшықты кабельдің ең маңызды жалпыланған параметрі. Апертура -бұл оптикалық ось мен толық ішкі шағылысу шарты орындалатын талшықты жарық өткізгіштің ұшына енетін жарық конусының бірі арасындағы бұрыш. Кабельдің оптикалық сипаттамаларына сүйене отырып, қабықтың сыну көрсеткіші NA = 0,13

Белгілі:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_n^2}; \quad (3.3)$$

n_1- сыну көрсеткіші, 1,4623;
n_2ні табамыз

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 + NA^2}; \quad (3.4)$$

$$n_2 = \sqrt{1.4681_1^2 + 0.13^2} = \sqrt{2.1553 + 0.0169} = 1.462;$$

Сыну коэффициенттерінің арақатынасын мына формуламен табамыз:

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad (3.5)$$

$$\Delta = \frac{1.4681 - 1.4623}{1.4681} = 3{,}951 * 10^{-3} = 0{,}395\%;$$

Талшықты өткізгіштің негізгі параметрі - нормаланған жиілік V. Ол келесі формула бойынша есептеледі.

$$V = \frac{2\pi\alpha}{\lambda} * NA; \quad (3.6)$$

Мұндағы, а – қаптама жүрекшенің радиусы, а = 4,5 мкм;
n1 – жүрекшенің сыну көррсеткіші , n1 = 1,4681;
n2 – қабықшасының сыну көрсеткіші, n2 = 1,4623;

$$V = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 4{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}13}{(1{,}55 * 10^{-6})} = 2{,}3702;$$

Кабельдің таңдамас бұрын , оның параметрлері сәйкес келеме соны анықтап алу қажет.Кабель параметрлерін есептейміз.Кабелдің өзекшесінің диаметрі 2 а = 9 мкм, ал критикалық толқын ұзындығы шамамен λ = 1250 нм , мода өрісінің диаметрі толқын ұзындығы 1490 нм болатын бір режимді талшықтар бар екендігіне сүйене отырып есептейміз.

$$2w_0 = \frac{2.6 \cdot \lambda}{V_c \cdot \lambda_c} \cdot 2a; \quad (3.7)$$

Мұндағы , λ – толқын ұзындығы, нм;
λ_c – $V_c = 2.405$ кезіндегі бірмодалы кабель үшін критикалық нормаланған жиілік.
Одан биік жарық жолдарда тек қана негізгі мода таралады .

$$\lambda = 1490 \text{ нм}: 2w_0 \approx \frac{2.6 \cdot 1490}{2.405 \cdot 1250} \cdot 9 = \frac{36270}{3006.25} = 12 \text{ мкм};$$

Демек, өзекшенің диаметрі 12 мкм-ге дейін оптикалық талшықты таңдауға болады .

Таратылатын кабельдің өзекшесі кварцтан жасалған, ар жағы шағылған мөлдір шыны болғанымен Мұнда шағылу емес сыртқы қабықшаға лазердің қабыққа өтуі себебінен сыртқа өтіп, адам денсаулығына қоршаған ортаға әсер тигізбеуі үшін аппертура мен толық ішкі шағылысу орындалуға тиіс.

Жоғарғы тығыздықтағы тығыздығы аз ортаға келгенде , $n_1 > n_2$ болғанымен, бір бұрышта толық толқын шығып, басқа ортаға өтпейді. Бұл толық ішкі шағылу бұрышы, яғни, орта шекарасынан барлық энергияның шағылу бұрышын айтамыз.

$$\mathrm{NA} = \sin\theta_a = \sqrt{\mathrm{n}_1^2 - \mathrm{n}_\mathrm{n}^2} = \sqrt{1.4681^2 - 1.4623^2} = 0.13; \qquad (3.8)$$

Толық ішкі шағылысу бұрыштары мен А сәулесі түсетін диафрагмалық бұрыш арасында байланыс бар. В бұрышы неғұрлым үлкен болса, А талшығының саңылауы соғұрлым аз болады.

Сәуленің түсу бұрышымен θ_a толық ішкі шағылысу бұрышы байланысты. $\theta_\mathrm{в}$ үлкен болған сайын сәуленің түсу бұрышы аз болады.

Сәуленің түсу бұрышы өзекшемен қабықша арасындағы толық ішкі шағылысу бұрышынан θ_a үлкен болуы керек және 90 градусқа дейін ауытқиды, ал сәуленің w жарық өткізгіштің ұшына ену бұрышы $\theta_\mathrm{в}$ апертуралық бұрышқа θ_a сәйкес келеді ($w < \theta_a$).

$$\theta_\mathrm{c} := \sqrt{\left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2}; \qquad (3.9)$$

$$\theta_\mathrm{c} := \sqrt{\left(1 - \frac{1.4623}{1.4681}\right)^2}; \qquad (3.10)$$

$$\theta_\mathrm{c} := 0.00395 \text{ рад} \approx 11{,}5^\circ; \qquad (3.11)$$

Критикалық толқын ұзындық шегі 10...15^0 болса, онда критикалық бұрыштың шегін аспадық.

Енді оптикалық кабельдегі өзара әсер деректерін есептейміз.

Оптикалық кабельдің жүрекшесінде орналасқан жарық өткізгіштер көрші талшықтарға әсер етуі мүмкін. Оптикалық кабельдегі өзара кедергі деңгейі кабель өзекше құрылысына , талшықтардың өзара орналасуына байланысты.

Оптикалық талшықтар арасындағы әсер ету дәрежесін екіншілік параметрлерін анықтау арқылы табуға болады. Жақын аяғындағы өтпелі шығындар формула бойынша есептеледі байланысты.

$$\mathrm{A}_0 = 20\, lg \left|\frac{4\alpha}{N^2 m(1 - e^{2\alpha L})}\right|; \qquad (3.12)$$

Бөгеуілге тұрақтылық мына формула бойынша:

$$\mathrm{A}_\text{з} = 20\, lg \left|\frac{2}{N^2 mL}\right|; \qquad (3.13)$$

Алыс ұшындағы өтпелі өшулік мынадай формула бойынша есептеледі:

$$\mathrm{A}_{з} = \mathrm{A}_{3} + \alpha L; \tag{3.14}$$

α – оптикалық кабельдің өшулік коэффициенті
L - оптикалық кабельдің күшейген бөлігінің ұзындығы
m - талшық арасындағы байланыс коэффициенті

$$\mathrm{N} = \left(\frac{g_{1,2}g_{23}\cdot e^{-kt}}{1-P_{1,2}P_{23}\cdot e^{-2kt}}\right); \tag{3.15}$$

k - қабықшадағы өшулік коэффициенті , мына формуламен анықталады:

$$k = w\sqrt{\mu_a \varepsilon_a}; \tag{3.16}$$

t –қабықшаның қалыңдығы (1/3 мкм);

$$g_{1,2} = \frac{2n_1}{n_1+n_2}; \tag{3.17}$$

$$g_{2.3} = 2n_2 + n_3; \tag{3.18}$$

Оптикалық талшықтың параметрлері:

t =2, мкм;
α= 2,52, дБ/км;
L= 2 км, $f = 1.935^{14}$Гц;

Қабықшаның және ауадағы сыну коэффициентін есептейміз:

$$g_{1,2} = \frac{2 \cdot 1{,}4681}{1{,}4681 + 1{,}4623} = 1{,}002;$$

$$g_{1,2} = \frac{2 \cdot 1{,}4623}{1{,}4623 + 1} = 1{,}19;$$

Қабықша-өзекше арасындағы ауаның сыну ықтималдығын табамыз, алдыңғы формулаға ұқсас:

$$P_{1,2} = \frac{n_1-n_2}{n_1+n_2}; \tag{3.19}$$

$$P_{23} = \frac{n_2-n_3}{n_2+n_3}; \tag{3.20}$$

Есептейміз:

$$P_{1,2} = \frac{1,4681 - 1,4623}{1,4681 + 1,4623};$$

$$P_{23} = \frac{1,4623 - 1}{1,4623 + 1} = 0,19;$$

Қабықшаның жоғалту коэффициентін табамыз:

$$k = \frac{2}{3}\pi \cdot 1,195 \cdot 10^{14} \cdot 1,4623 \cdot 10^{-8} = 4.901 \cdot 10^{6};$$

$$\varepsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{Ф/м};$$
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Гн/м};$$
$$\varepsilon = n^2;\ \mu = 1;$$

Мына формула бойынша талшықты қабықша арқылы өрістің өткізу коэффициентін табамыз:

$$\mathrm{N} = \left(\frac{1.002 \cdot 1,19 \cdot e^{-2 \cdot 1.165 \cdot 10^{-6}}}{1 - 0.002 \cdot 0,19 \cdot e^{-2 \cdot 1.165 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}}\right) = 6.59 \cdot 10^{-5};$$

Жақын аяғындағы өтпелі жоғалуы мына формуламен есептеледі:

$$\mathrm{A}_0 = 20\ lg \left|\frac{4 \cdot 2.52}{(4.22 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 0.6 \cdot (1 - e^{2 \cdot 2.52 \cdot 10})}\right| = 157.027 \frac{\text{дБ}}{\text{км}};$$

Бөгеуілден қорғауды мына формуламен анықтаймыз:

$$\mathrm{A}_з = 20\ lg \left|\frac{2}{(4.22 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 0.6^{10}}\right| = 137.702 \text{ дБ};$$

Алыс аяғындағы өтпелі өшулікті есептейміз:

$$\mathrm{A}_l = 137.702 + 2.52 \cdot 10 = 389.702 \text{ дБ};$$

3.3 Меншікті өткізу жолақтары санын анықтау

Негізгі параметрлердің бірі - жарық өткізгіш арқылы өтетін F жиілік спектрі. Өткізу жолағы - талшық арқылы жіберілетін ақпаратттың көлемі . F

жиілік спектрінің шегі сандық тарату жүйелерінде қабылдау импульсі әртүрлі тарату жылдамдығының салдарынан бұрмаланған түрде пайда болатындығымен алдын-ала анықталған .

Оның жеке жиілік компоненттерінің жарық өткізгіші. Оптикалық кабельдің өткізу жолағы (Гц·км) өлшенеді және төмендегі формуламен анықталады:

$$W = \frac{0.44}{\tau}; \qquad (3.21)$$

Мұндағы , τ – оптикалық талшықтың диперсия нәтижесі , с/км.

Бір модалы оптикалық кабілде тек хроматикалық дисперсия болғандықтан оған бастапқы спектрдің енінен нанометрге және нақты хроматикалық дисперсия деп аталатын талшық ұзындығының километріне нормаланған дисперсия мәндерін қолданамыз.

Меншікті дисперсия өлшем бірлігі пс/(нм·км). Хроматикалық дисперсия, меншікті хроматикалық дисперсиямен байланысты :

$$\tau_{хр} = D(\lambda) \cdot \Delta(\lambda); \qquad (3.22)$$

мұнда $D(\lambda)$ - меншікті дисперсия , пс/(нм·км);

$\Delta\lambda$ – сәуле спектрінің ені,нм.

Есептейміз:

$D(\lambda)$= 6 пс/(нм·км);

$\Delta\lambda$ =1,25 нм;

$$\tau_{хр} = 6 \cdot 10^{-12} \cdot 1{,}25 = 7{,}5 \cdot 10^{-12} \text{ с/км};$$

$$W = \frac{0.44}{7{,}5 \cdot 10^{-12}} = 58{,}6 \cdot 10^{-9} \text{ Гц} \cdot \text{км};$$

Алынған W мәні кабельдің өткізу қабілеттілігін алу үшін нақты өткізу жолағы болып табылады, оны кабельдік жолдың ұзындығына бөлсек:

$$L_{ОРП} = 352;$$

$$W_{уд} = \frac{58{,}6 \cdot 10^{9}}{352} = 22{,}2 \cdot 10^{7} \text{Гц};$$

3.4 Оптикалық желінің негізгі параметрлерін есептеу

PON оптикалық желілік трактінің әрбір компоненті жоғары сапалы жұмыс және сигнал беру сапасына ие болуы керек. Ол үшін желі параметрлеріне барлық қажетті талаптар сақталуы керек.

Жобаланатын байланыс желісінің дұрыс жұмыс істеуі және одан әрі мониторинг жүргізу үшін жалпыға бірдей қабылданған өлшеу әдістерінің көмегімен ВОК сапасын тексеру қажет.

Есептеуге қажетті барлық параметрлер кабельдің техникалық сипаттамаларында келтірілген. Стандартты мәндер ITU-T ұсыныстарына сәйкес келтірілген.

Магистральдық, тарату және абоненттік бөлімнен тұратын желінің желілік бөлігін жобалау кезінде осы бөлімдердің әрқайсысы үшін өзіндік кабель түрі қолданылады.

Әрі қарай, жоғарыда аталған үш учаскеде н а қолданылатын барлық кабельдер үшін есептеулер жүргіземіз.

3.5 Желінің оптикалық бюджетін есептеу

Өшу есебі белсенді жабдықта (н а таратқышта) талшықты қосудан бастап ең алыс абонентке (қабылдағышта) дейінгі оптикалық желі үшін орындалады.

Пассивті PON желісінде шығын көздері:

- оптикалық талшықтағы толық ыдырау белгілі бір толқын ұзындығындағы және оның ұзындығындағы талшықтың ыдырау коэффициентіне байланысты;
- көшеттердегі толық шығындар (дәнекерленген қосылыстар), әрбір көшеттердегі шығындарға және олардың жалпы санына байланысты;
- толық ысқылау және қосқыштарда (ажыратылатын қосылыстар), әрбір қосқыштағы шығындарға және олардың жалпы санына байланысты;
- тармақтағыштардағы шығындар тармақталу коэффициентіне байланысты;
- пайдалану шығындары: жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде қосымша көшеттердегі және кәбілдік ендірмелердегі шығындар. 2.8 суретте ауданның схемасы көрсетілген.

Есептеулер әрбір АТС үшін желінің магистральдық, тарату учаскелерін, абоненттік сымдарды және қосылу тізбегіндегі барлық пассивті құрылғылармен станция ішіндегі қосылыстарды ескере отырып, ең алыс оптикалық желі арқылы жүзеге асырылады.

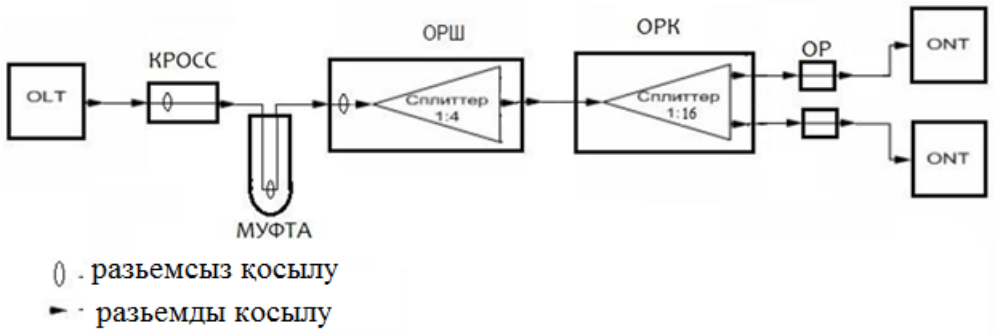
Жобада қолданылатын желілік топологияны ескере отырып, оптикалық сплиттердегі қуаттың бөліну пайызын есептеудің қажеті жоқ, желі теңдестірілген болады, бұл OLT оптикалық қабылдағышымен деректер ағынын қатесіз қабылдауды қамтамасыз етеді.

Есептеу кезінде желіге енгізілетін шығындардың мынадай параметрлері ескеріледі:

- талшықтың ыдырау коэффициенті (өзендер бойынша). G. 65 2D) толқын ұзындығында - 1310 нм - 0, 34 дб/км;
- бір бөліктен тұратын қосылыстар (дәнекерленген) - 0,05 дБ;
- алмалы-салмалы қосылыстар (коннекторлар) - 0, 3 дБ;
- сплиттер: 1х2-3,5 дБ, 1х32-17,5 дБ;
- пайдалану қоры-3 дБ.

Huawei MA5680T жабдықтарының қабаттасатын өшу диапазоны 29 дБ құрайды.

3.1-суретте өшуге әкелетін желі элементтерінің схемасы көрсетілген.



3.1 Сурет – Өшуге әкелетін желі элементтерінің схемасы

Жобаланған желідегі ең қашықтағы абонент Советская көшесі, 15 үй мекен-жайында орналасқан. Осы учаскеде 9 алмалы-салмалы қосылым, 8 дәнекерленген қосылым, OLT жабдығынан үйге дейін (пәтерге дейін) ұзындығы 763 м құрайды.

Әр түрлі факторлармен енгізілген желінің осы бөлігіндегі өшу 2.7-кестеде келтірілген.

Кесте 3.1 - Желінің ең ұзын бөлігінің тозуы

Параметр	$P_{ов}$, дБ	$P_{разъёмн.}$, дБ	$P_{сварн.}$, дБ	$P_{1:N}$,дБ	Экспл.запас, дБ
Мәні	0,27	2,7	0,4	21	3

2.7-кестедегі белгілеу: P_{OB} – оптикалық талшықтағы шығындар; $P_{разъёмн}$ – ажыратылатын қосылыстардағы шығындар; $P_{сварн}$ – дәнекерленген қосылыстардағы шығындар; $P_{1:N}$ – сплиттердегі шығындар.
Осылайша, осы аймақтағы өшу тең:

$$P = P_{OB} + P_{разъёмн} + P_{сварн} + P_{1:N} + \text{экспл. запас} = 27{,}37 \text{ (дБ)}.$$

Егер алынған мәнді жабдық нәтижесімен салыстырсақ, онда келесі деректерді аламыз: 29 дб> 27. 37 дБ

Осылайша, жобаланған желі OLT белсенді жабдықтарының оптикалық бюджетіне қойылатын талаптарды қанағаттандырады.

3.6 GPON желісінің өткізу қабілетін есептеу

Барлық пайдаланушылар жасаған жүктеме өрнектен анықталады:

$$B_0 = (B_{\text{пд}} * k_{\text{пд}} * B_{voip} k_{viop} * B_{VoD} * k_{VoD}) N_{\text{АБ}} \quad (2.2)$$

мұндағы $B_{ПД}$ – деректерді беру жылдамдығы, Мбит / с;

B_{VoIP} – IP-телефониядағы трафик жылдамдығы, Кбит / с;

B_{VoD} – "сұраныс бойынша бейне" желілеріндегі ағынның жылдамдығы, Мбит / с;

N – тұрғындар саны

k – абоненттердің жалпы санынан нақты қызметті пайдаланатын абоненттер санын анықтайтын коэффициент. VoIP қызметі үшін пайдаланушылар саны абоненттердің жалпы санынан 15% – ды, ПД үшін – 70% - ды, VoD үшін-10% - ды құрайды. 2.9-суретте желінің жүктеме диаграммасы көрсетілген.

Жүктемені есептеу.

Сандық теледидарды беру

$$B_{ПД} = 2230{,}81010^6 = 1658 \text{ (Мбит/с)}.$$

Дауыс беру

$$B_{VoIP} = 223\ 0{,}16\ 128 \text{ кбит/с} = 5 \text{ (Мбит/с)}.$$

Сұрау бойынша бейне жіберу

$$B_{VoD} = 223\ 0{,}11\ 210^6 = 50 \text{ (Мбит/с)}.$$

Жалпы жүктемені анықтаңыз

$$B_0 = B_{ПД} + B_{VoIP} \qquad B_{VoD,} \qquad (3.23)$$

$$B_{\sum} = 1658+5+50=1713 \text{ (Мбит/с)}.$$

$$a = a \cdot l + ac \cdot Nc, \qquad (3.24)$$

$$a = 0{,}25 \cdot 176 + 0{,}04 \cdot 44{,}37 = 57{,}89 \text{ (dB)},$$

$$Nc = 185/4 - 1 = 46{,}32, \qquad (3.25)$$

мұндағы a -ғимарат ұзындықтарының түйіскен жеріндегі оптикалық сигнал қуатының жоғалуы a_c талшықты-оптикалық кабель (=0,05 д б).

Екілік оптикалық импульстардың максималды берілу жылдамдығы ΔF_{OB} және оның формасына байланысты. Гаусс импульсінің формасын қарастырудың барлық нұсқалары үшін

$$B_g = 1{,}35 \cdot 0{,}0161 \cdot 1020 = 0{,}204 \cdot 1020 \text{ (МБит/с)}.$$

O LT-ден салынған оптикалық кабельдегі оптикалық талшықтардың саны

Ғимаратты абоненттермен жабдықтау оптикалық порттардың санына тең OLT жабдығы. Сондықтан агенттердің саны 48 құрайды.

3.7 Талшықты-оптикалық электр беру желісінің сенімділігін есептеу

Мен шағын аудан тұрғындарының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін желіні жобалаймын. Көрсетілетін қызметтердің кең спектрімен жақсы байланыс тұрғындарға жайлылық пен ыңғайлылық алуға мүмкіндік береді.

Байланыс сапасының негізгі параметрі-сенімділік. Есептеу үшін сәтсіздік қарқындылығы мен қосылысты қалпына келтіру уақытының орташа мәнін алып, сенімділік көрсеткіштерін есептейміз және бағалаймыз.

Есептеуде мен келесі параметрлерді анықтаймын:

- ақауларға төзімділік;
- бас тартуға орташа атқарым уақыты;
- қалпына келтіру уақыты;
- жүйенің дайындығы;
- жүйенің тоқтап қалуының орташа коэффициенті;
- желінің тоқтаусыз жұмысы.

Кабельдің бір шақырымындағы сызықтардың зақымдалуына байланысты 1 сағат ішінде жабдықтың істен шығу қарқындылығы бірдей қабылданады.

Трактінің барлық басты учаскесінде істен шығулар саны барлық аппаратурада және желідегі трастың барлық бөлігінде істен шығулар қарқындылығын қосу жолымен есептеледі.

$$\lambda_{\Sigma}=n_{оп}+L_{K,} \qquad (3.26)$$

мұндағы L -оптикалық сызықтың қашықтығы;

n-соңғы нүктелердің есептелген саны;

$\lambda_{оп}$ $=10^{-7}$ 1/км – соңғы нүктенің істен шығу қарқындылығы.

$$\lambda_{\Sigma}=2\cdot10^{-7}+0{,}850\cdot5\cdot10^{-7}=2{,}425\cdot10^{-7}\ .$$

Бас тартудың орташа мәнін есептейік

$$T=\frac{1}{\lambda_{\Sigma}}\ ; \qquad (3.27)$$

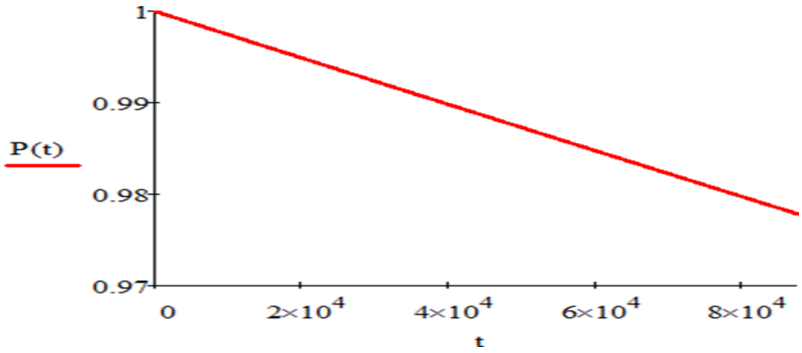
$$T=\frac{1}{2.425\cdot10^{-7}}=0{,}41\cdot10^{7}\ \text{сағат.}$$

Енді біз жүйенің жұмыс істейтін немесе жұмыс істемейтін күйде болу уақытын анықтаймыз. Бұған негізгі жабдықтың дайындығы мен тоқтап қалу коэффициенттері кіреді. Мен формула бойынша анықтаймын

Уақыт параметрінің нақты мәндерін 1 сағат, 1 ай, 1 жыл алыңыз. Есептелген мәндер 2.8-кестеде келтірілген.

Кесте 3.2 – t_0 ішінде жұмыс істемеу ықтималдығын есептеу

Қиындықсыз жұмыс істеу ықтималдығы	Уақыт интервалы t_0, ч				
	0	1	720	8760	87600
$P(t)$	1	0,9999	0,99998	0,99978	0,9978



3.2 Сурет – Жүйенің үздіксіз жұмысының уақытқа тәуелділік графигі

Алынған есептеуді желінің сенімділігінің стандартты мәнімен салыстырыңыз. Егер есептеу стандартты мәнге сәйкес келмесе, онда жүйенің сенімділігін жақсартудың әртүрлі әдістерін қарастыру қажет болады.

Бірақ менің есептеулерім дайындықтың жоғары коэффициентін көрсетті, ол 0,9999 - ға тең, бұл қазіргі сенімділік стандарттарының нормаларына сәйкес келеді. Ол $K \geq$ 0,9987 тармағына сәйкес келеді . Бүкіл жүйе бірлікке жақын ықтималдығы бар жұмыс күйінде болады. Бұл жүйенің сенімділігін арттыру шаралары қажет емес дегенді білдіреді.

3.8 PON желісінің өткізу қабілетін есептеу

RON FTTx технологиясы перспективалы болғандықтан, қосылатын пайдаланушылар саны тез артады, сондықтан желінің өткізу қабілеттілігін ескеру өте маңызды. Рон желісінің оптикалық желілердің басқа түрлерінен басты айырмашылығы-пассивті жабдықты пайдалану, трафикті тарату үшін порттардың жоғары тығыздығы.

Тікелей арна арқылы және керісінше беру кезінде уақытша мультиплекстеу қолданылады, яғни В әр ONT жіберілген О LT барлық пакеттерін алады.

Мен өз жұмысымда асимметриялық берілу режимі бар Turbogron технологиясын қолдандым. Бұл тікелей ағымда беру жылдамдығы 2,488 ГБ it/c, кері 1,244 Гб it/c болады дегенді білдіреді. бір о LT порты 64 қолданушыға бір талшықтан өтіп кетуі мүмкін болғандықтан, әр абонент үшін өткізу қабілеттілігін есептеуге болады.

Есептелген өткізу қабілеттілігі желінің максималды жүктемесінде қолданылады, өйткені бұл жағдайда жылдамдық барлық абоненттерге біркелкі таралады. Егер жүктеме аз болса, онда жылдамдық қосылған тарифтік жоспарға сәйкес келеді. "Қазақтелеком" АҚ ұсынған тарифтік жоспарлар бойынша беру жылдамдығы ID Net Hit үшін 50 Мбит/с бастап және ID Net Turbo үшін 100 Мбит/с астам басталады. Біз Интернет қызметтеріне қосылғымыз келетін пайдаланушылардың жалпы саны-980. Осы абоненттердің 43% - ы iD Net Hit тарифтік жоспарына қосылады, ал қалған 67% - ы ID Net Turbo тарифтік жоспарына қосылады.

Коммерциялық абоненттер жобаланған желіні пайдаланушылардың 100% құрайды. Коммерциялық сектордың абоненттерінде қызметтер спектрі аз болады, өйткені теледидар қызметтері, онлайн ойындар ойын-сауыққа жатады, сондықтан олар осы сектормен танымал емес.

Коммерциялық тұлғаларға арналған қызметтер кешенін ұсынамыз:

- жоғары жылдамдықты Интернетке қол жеткізу (6 Мбит/с);
- IP-телефония (64 кбит/с);
- электрондық оқыту (300-750 кбит/с);
- электрондық коммерция (300-750 кбит/с);

Біз ең танымал қызмет түрлеріне арналған өткізу қабілеттілігінің негізгі талаптарын көрсетеміз.

Бір абоненттік терминал үшін қажетті өткізу жолағын есептейміз. Жоба бойынша бізде әр түрлі тармақталу коэффициенті бар үш оптикалық сызық бар. Сызықтарда біз 1: 32 тармақтау коэффициенттері бар сплиттерді қолданамыз, сондықтан бір ONT үшін бірінші жолдағы беріліс жылдамдығы тең болады:

$$V_{dc}=2488/32=155 \text{ (Мбит/с)},$$

2 оптикалық жолда бір ONT үшін жылдамдық тең

$$Vdc = 155 \text{ (Мбит/с)}, Vus=77 \text{ (Мбит/с)}.$$

Демек, жылдамдық 3-ші ғимаратқа баратын оптикалық желі үшін бір ONT-ге келеді

$$Vdc = 2488/16=340 \text{ (Мбит/с)}, Vus=1244/16=155 \text{ (Мбит/с)}.$$

Енді біз бір абонентке келетін қажетті өткізу қабілеттілігін есептейміз. Ол үшін әр түрлі қызметтер үшін абоненттік учаскедегі өткізу қабілеттілігіне қойылатын талаптардың мәндерін қолданамыз.

Әрбір корпоративті пайдаланушы үшін шамамен 6,814 Мбит/с өткізу қабілеті жеткілікті. Енді біз бір OLT портына келетін өткізу қабілеттілігін есептейміз. Бір портқа ең көп дегенде 64 абонент қосыла алады.

Біз тұрғын үй кешенін пайдаланушылардың жалпы өткізу қабілеттілігін ең үлкен жүктеме сағатында есептейміз. Пайдаланушылардың жалпы саны 480 адам, оның ішінде 180 адам IP - телефония қызметтерін пайдаланады және пайдаланушылардың 100% кең жолақты Интернет қызметтерін пайдаланады.

Нәтижесінде біз V жалпы өткізу қабілеттілігін аламыз

V_{Σ}=480·6+1800,0064=2200 (Мбит/с).

Менің есептеулерім көрсеткендей, жоба абоненттерге қажетті өткізу қабілеттілігін 2488 Мбит/с қамтамасыз етеді, яғни толық жүктеме кезеңінде Gron кіру желісі сапаны жоғалтпай барлық қызмет түрлерін қамтамасыз ете алады.

3.9 Абоненттер жасаған бір OLT портына жүктемені есептеу

Біз ең үлкен жүктеме сағатына абоненттерден бір OLT портына жүктемені есептейміз. Бір портқа абоненттердің ең көп саны-64. Біз ең көп қосылған абоненттері бар портқа жүктемені есептейміз-58. Оның ішінде 32 абонент кең жолақты Интернет және IP-телефония қызметтерін пайдаланады. Ал қалған 26-сы тек кең жолақты Интернет қызметін пайдаланады [12].Параметрлердің орташа мәні 2.9-кестеде көрсетілген.

3.3 Кесте - Іскерлік сектор үшін жүктеме параметрлерінің орташа мәндері

C_i	T_i, с	P_p
3,6	85	0,5

Телефония абоненттерінің жүктемелерін есептейміз. Параметрлер Ташкент қаласындағы жұмыс істеп тұрған АТС-да статистикалық бақылаулар негізінде алынды. Сондықтан есептеулерде біз келесі деректерді қолданамыз:

- С-бір көзден қоңыраулардың орташа саны;
- Т-абоненттердің сөйлесулерінің орташа ұзақтығы;
- РР-сөйлесумен аяқталған қоңыраулардың үлесі;

Пайда болатын жергілікті жүктеменің қарқындылығы формула бойынша анықталады.

$$Y_i = \frac{1}{3600} \cdot 31 \cdot 3{,}5 \cdot 62{,}89 = 3{,}02 \text{ (Эрл)}.$$

Әрі қарай формулалар бойынша абоненттердің қалааралық және халықаралық жүктемелерін анықтаймыз

$$Y_{\text{МГ}} = 0{,}002 \cdot N_i,$$

$$Y_{\text{МН}} = 0{,}005 \cdot N_i$$

Сандық мәндері, аламыз

$Y_{МГ} = 0{,}003 \cdot 32 = 0{,}096$ =0,002$Y_{МГ}$·32=0,087 (Эрл),

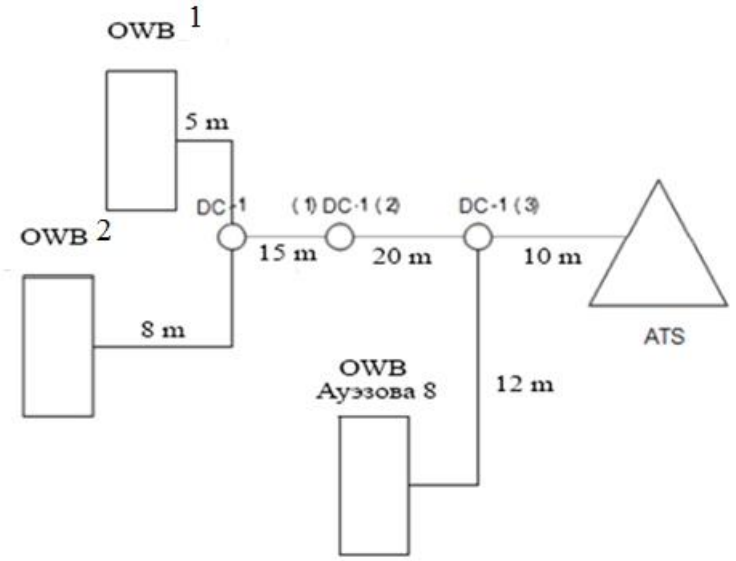
$Y_{МН} = 0{,}006 \cdot 32 = 0{,}192$ =0,005*32=0,183 (Эрл).$Y_{МН}$

Телефония абоненттерінің шығыс жүктемесі

$$Y_{\Sigma} = Y_{i} + Y_{МГ} + Y_{МН} \quad (3.28)$$

$Y_{\Sigma} = 2{,}03 + 0{,}096 + 0{,}192 = 2{,}318$ (Эрл).$Y_{\Sigma} = 1.,03 + 0{,}087 + 0{,}183 = 2{,}429$

3.3-суретте тарату желісінің схемасы көрсетілген.



3.3 Сурет -тарату желісінің схемасы

Бір OLT портына қосылған телефония абоненттерінің жалпы жүктемесі 2,318 Эрл. құрайды.

Енді пакеттік желіге беру үшін бөлінуі керек көлік ресурсын есептеу керек. Пакеттік желідегі трафик мына формула бойынша есептеледі

$$V = kmY_{\Sigma}, \quad (3.29)$$

мұндағы k-ресурсты пайдалану коэффициенті;

m-қоңырауға қызмет көрсету кезінде қолданылатын кодек түрінің берілу жылдамдығы.

Абоненттік терминалдар ретінде ONT NTU-RG-1422g-WAC пайдаланылады. Осы модельдің абоненттік терминалдары аудиокодектердің мынадай түрлерін қолдайды: G. 729 A; G. 711 A/U; G. 723.1. Жоғарыда аталған аудио кодек түрлерінің сипаттамаларын салыстырып, дауысты өңдеудің ең

жақсы сапасын қамтамасыз ететін кодек таңдау керек. Аудио кодектердің сипаттамалары 3.4-кестеде келтірілген.

3.4 Кесте – Аудио кодектердің сипаттамалары

Кодек түрлері	Берілу жылдамдығы, кбит / с	MOS шартты объективті бағалау
G.729 A	8	4,04
G.711 A	64	4,4
G.711 U	64	4,45
G.723.1	6,4	3,9

Сапа санаты мен MOS бағалауы бойынша G711 және G. 729 кодектері G. 723.1 кодекіне қарағанда жақсы. Сондай-ақ G. 729 деректердің төменгі көлемін қамтамасыз етеді, өйткені ол деректерді беру енін азайту үшін арнайы қысу алгоритмдерін қолданады. Бірақ кодектің кемшілігі-бұл кодекті коммерциялық пайдалану кезінде лицензия қажет.

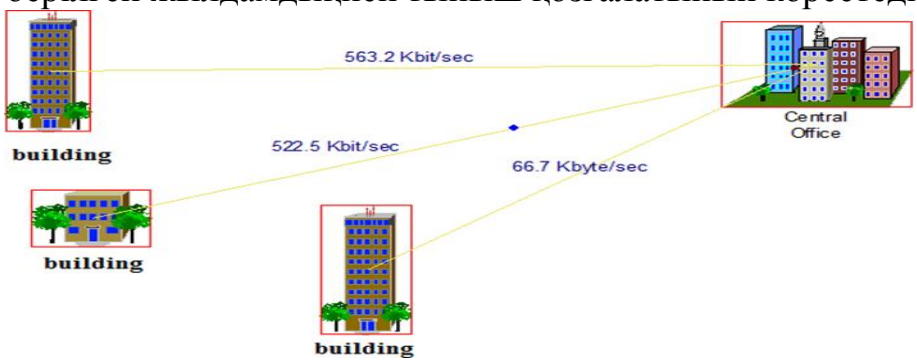
Сондықтан біз еркін қол жетімді G. 711 а кодек түрін таңдаймыз. Сондай-ақ, бұл кодекке көптеген құрылғылар қолдау көрсетеді және оған негізделген жүйелерді пайдалану оңайырақ.

3.4-суретте Олт порттарының әрқайсысына цифрлық телефония қызметтерінің абоненттерінен түсетін жүктеме көрсетілген

Енді біз пакеттік желіге беру үшін қажетті трафикті есептейміз:

$$V=1,30\cdot 64\cdot 2,429=196,55 \text{ (кбит/с)}.$$

Netcracker желісін модельдеу бағдарламасын қолдана отырып, желінің жұмысын тексереміз. Біз желіні таратын және оны АТС орталығына қосатын трафиктің барлық түрлерін көрсеттік. Модель желіде қақтығыстар жоқ екенін және пакеттер берілген жылдамдықпен тыныш қозғалатынын көрсетеді.



3.4 Сурет-Олт порттарының әрқайсысына цифрлық телефония қызметтерінің абоненттерінен түсетін жүктеме

3.10 Жобадағы қажетті жабдықты есептеу

Осы дипломдық жоба аясында тапсырманың ерекшелігін ескере отырып, оны жүзеге асыру үшін қажетті жабдық көлемін бағалау әдісі қолданылады. Pon желісін ұйымдастыруға қажетті пассивті жабдықтар, OLT белсенді жабдықтары, талшықты-оптикалық кабель есепке алынады. Бұл ретте соңғы пайдаланушылардың пәтерлерінде Орнатылатын белсенді абоненттік терминалдар ескерілмейді, өйткені белгілі бір құрылғыны таңдау G сервисінің нақты жиынтығын таңдауға әкеп соғады және абонентке толық көлемде беріледі.

3.5-кестеде жүргізілген есептеулерге сәйкес жабдықтардың атаулары мен санының тізбесі келтірілген.

3.5 Кесте - пайдаланылатын жабдықтың жиынтық кестесі

Атауы	Саны	Өлшем бірлігі
ШКОН-ПР-32	32	шт.
PO-1x2 PLC	32	шт.
ШКОН-П-8	64	шт.
Вандалға қарсы шкаф	6	шт.
HPC-1626-48 икемді тарату кабелі	6	км
Кабель ДПС-П-126А9-7кН	700	м
Кабель ТОЛ-П-16А-2,7кН	100	м
Кабель ТОЛ-П-12А-2,7кН	120	м
Кабель ТОЛ-П-8А-2,7кН	60	м
Кабель ТОЛ-П-6А-2,7кН	40	м
Кабель ТОЛ-П-4А-2,7кН	90	м
Кабель InLAN Distribution B-ОРБ-В нг (А) HF 2G.657A1	4	км
Муфта МТОК-Б1/216-1КТ3645-К-44	8	шт.
OLT Huawei MA5680T жабдығы	1	шт.
Тығыздығы жоғары Кросс-оптикалық ВОКС-Б-63	1	шт.

3.11 OLT Huawei MA5680T жабдықтарының техникалық сипаттамасы

MA5680T жабдығы (15 сурет) заманауи талаптарды ескере отырып әзірленген және IP-қолжетімділік желілерінің функционалдығын толық қолдайды. MA5680T 400G дейін коммутациялық сыйымдылыққа және терабиттік сыйымдылықты бұғатталмайтын коммутацияға ие. Әр ұяшықтың өткізу қабілеті 10 Гбит/с құрайды, бұл өткізу қабілеттілігі ресурстарының

тапшылығы мәселесін шешуге мүмкіндік береді. 3.5 суретте MA5680T сөресі қойылған.

MA5680T жабдығында 16 қызмет ұясы бар. Бір PON қызмет төлемінде 4 PON порты бар, әр портты сақтау бөлу 1:64, сондықтан бір сөре 4096 абонентке дейін қолдайды.

3.5 Сурет - MA5680T сөресі

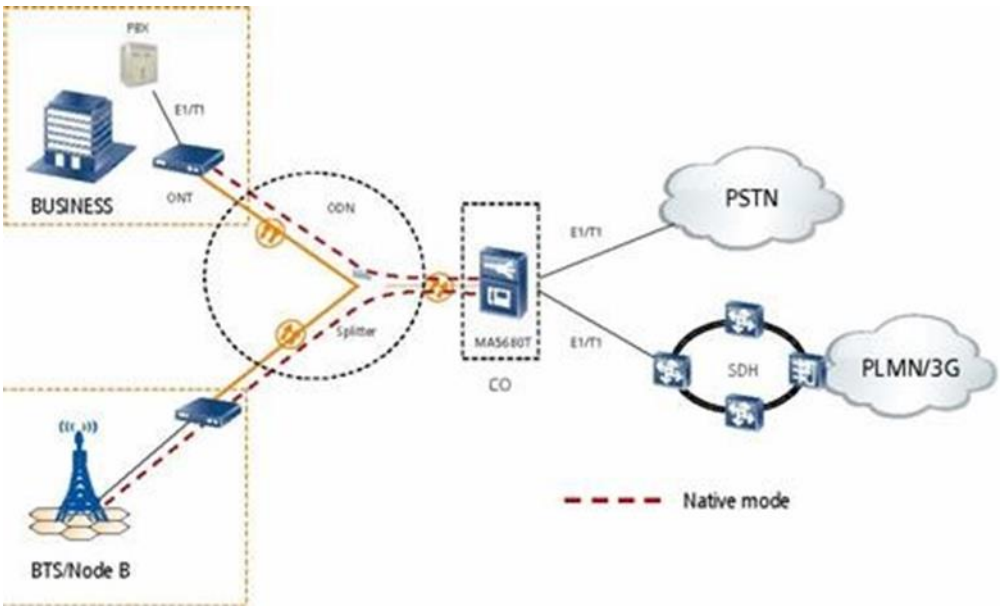
GPON интерфейсі арқылы қол жеткізу үшін MA5680T өткізу қабілеті төмен бағытта 2,5 Гбит/с, ал жоғары бағытта - 1, 25 Гбит/с құрайды. инкапсуляция режимінің протоколы GEM бекітілген кадр ұзындығы 125 мкс болатын инкапсуляция үшін қолданылады, бұл nrz кодтау алгоритмімен бірге кадрдағы қызметтік ақпараттың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді, бұл жүктеме астында қалады кадрдың 93% дейін. Т бір уақытта Fe/GE/GPON оптикалық интерфейстеріне қол жеткізе алады. P2P және P2MP үшін бірыңғай платформа бола отырып, MA5680T қол жеткізу желісін құрудың әртүрлі нұсқаларында қолданыла алады және ыңғайлы желілік көші-қонды қамтамасыз етеді. P2P режиміндегі оптикалық қолжетімділік бөлінген өткізу жолағын қажет ететін ұйымдардың талаптарын толығымен қанағаттандырады.

MA5680T жабдығы әртүрлі қызмет түрлерін ұсыну үшін шешімдер болып табылатын бірқатар ерекшеліктерге ие.

Суретте MA5680T көмегімен желінің мысалы келтірілген.

Басқарылатын multicastT оператор класының жабдықтарына тән мультикаст редукторын басқару функциясы бар. Бұл функция операторларға қосымша кең жолақты мультикаст қызметтерін ұсынуға және басқаруға мүмкіндік береді:

- алдын ала кіру және топтан жылдам шығу функциялары;
- әр түрлі мультикаст операторлары үшін әртүрлі аутентификация режимдері;
- арналарды алдын-ала қарау және қарау статистикасын жинау;
- қол жеткізуді басқару үшін басқарылатын мультикаст;



Сурет 3.6 - MA5680T пайдаланып желілік мысал

MA5680T жабдығы бейне берудің 2 әдісін қолдайды: IPTV және кабельдік теледидар. MA5680T-ді IPTV-мен бірге пайдалану операторға 1000-ға дейін бейне арнаны басқаруға мүмкіндік береді, ал кабельдік теледидар жағдайында жабдық кабель арқылы аналогтық және сандық телехабар таратуды қамтамасыз етеді. Пайдаланушылар талшықты-оптикалық кабель арқылы бейне, деректер және сөйлеу қызметтерін пайдалана алады.

Дауыстық қызметтерге арналған шешімдер

VoIP технологиясы сөйлеуді беру үшін қолданылады, ал терминалдар VoIP-ті жүзеге асырудың екі әдісін ұсынады:

- VoIP-тен сөйлеуді түрлендіру ONT-ге енгізілген медиа шлюзмен жүзеге асырылады;

- VoIP-тен сөйлеуді түрлендіру сыртқы медиа шлюзбен жүзеге асырылады. TDM трафигін беру шешімі

MA5680T қуатты QoS аппараттық механизмі E1 ағындарының тамаша шешімін ұсынады. GEM жақтауы GPON арқылы E1 берудің тиісті сапасын қамтамасыз етеді, сонымен қатар IP арқылы E1 синхрондау мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Бұл шешімде SDH жүйелерін қолдана отырып беру сияқты сапаға қол жеткізіледі.

Qost кепілдендірудің қуатты механизмі әртүрлі қызметтерге қолжетімділікті қамтамасыз ете отырып, QoS-тың үлкен мүмкіндіктеріне ие:

- бүкіл желі үшін QoS кешенді шешімі (OLT-ден ONT / ONU - ға дейін);

- OLT деңгейінде де, ONT деңгейінде де кезек ұйымдастыру, қызметтер мен пайдаланушыларды бөлу негізінде QoS ұсыну;

- трафик ережелеріне негізделген QoS қамтамасыз ету механизмі: пакеттерді сүзу және қайта бағыттау, трафикті Айнаға көшіру, статистика және трафик стратегиясын басқару, порттың сұраныстарын жоспарлау, порттың жылдамдығын шектеу;

- VoIP трафигін әр порт үшін жіктеу берілетін ақпараттың үлкен көлемінде сапалы дауыстық байланысқа кепілдік береді;

- өткізу қабілеттілігінің динамикалық таралуы(диапазоны 512 Кбит/с-тан 64 Кбит / с-қа дейінгі максималды мәнге дейін).

Қорытындылай келе, ma5680t жабдықтарының негізгі сипаттамалары 3.6-кестеде келтірілген.

3.6 Кесте - MA5680T аппараттық сипаттамалары

Характеристика	Өлшем бірлігі	Мәні
Жұмыс (тұрақты) кернеу диапазоны	В В	48/60 38.4≤U≤72
Толық жүктеме кезінде энергияны тұтыну	Вт	1500-нан көп емес
Төлем порттарының саны	дана	4
GPON портының берілу жылдамдығы	Гбит/с	1,25 Up и 2.488 down
Беру қашықтығы	км	20
GPON бөлу коэффициенті	-	1: 64
Өткізу жолағын бөлу	-	64 кбит/с

3.12 ONT сипаттамалары

Echolife абоненттік терминалдар желісі пайдаланушылардың әртүрлі қажеттіліктерін қанағаттандыруға арналған әртүрлі модификацияларды қамтиды [10]. Айырмашылық-пайдаланушы белгілі бір терминалды қолдана отырып ала алатын қызметтер жиынтығы. EchoLife желісінде үш модель бар: HG813 (сурет), HG850 және HG865.

EchoLife сериясы – бұл үй пайдаланушылары үшін, сондай-ақ шағын кеңселер үшін арнайы жасалған оптикалық желі терминалдары (ONT). GPON технологиясын қолдана отырып, олар бір оптикалық кабельде жоғары жылдамдықты деректер арналарын ұсынады. Жоғары ағынның өткізу қабілеті 1,244 Гбит/с дейін, төмен ағынның өткізу қабілеті 2,488 Гбит/с дейін.

Басқару интерфейсін пайдалану оңай қашықтан конфигурациялауға, басқаруға және техникалық қызмет көрсетуге мүмкіндік береді. Жергілікті желі жағынан терминалдар басқа құрылғылармен қосылу үшін көптеген интерфейстерді ұсынады, бұл әртүрлі желілік жағдайларға икемді бейімделуге мүмкіндік береді.

3.7-кестеде HG813, HG850 және HG865 арасындағы айырмашылықтар көрсетілген.

Кесте 3.7 - EchoLife сериялы абоненттік терминалдарды салыстыру

Характеристика	HG813	HG850	HG865	Сипаттамасы
Гигабиттік беріліс жылдамдығы	+	+	+	Оптикалық кабель арқылы деректерді берудің жоғары жылдамдықты арналарын ұсыну
"Triple Play" қызметтері	+	+	+	"Triple Play" қызметін, соның ішінде дауысты, деректерді және бейнелерді ұсыну
VoIP және FoIP қызметтері	-	+	+	IP-желі арқылы дауыс пен факсты беру қызметін ұсыну
Кабельді ТВ	-	-	+	Кабельдік теледидар қызметтерін қолданыстағы кабельдік теледидар желісі арқылы қосу мүмкіндігі
Интерфейстер жиынтығы	+	+	+	Әр түрлі құрылғыларды қосу үшін әртүрлі интерфейстердің болуы
Қашықтан басқару	+	+	+	Терминалды конфигурациялау және қашықтан басқару үшін басқару интерфейсін пайдалану

HG850 (қысқаша HG850) - бұл үй пайдаланушыларына, сондай-ақ кішігірім кеңселер мен үй кеңселеріне (SOHO) арналған оптикалық желі терминалы (ONT). Технологияны (GPON) қолдана отырып, HG850 терминалы бір оптикалық кабельде жоғары жылдамдықты тарату арналарын қамтамасыз етеді. HG850 көмегімен пайдаланушылар жоғары жылдамдықты желіге, сондай-ақ кең жолақты дауыстық және жоғары сапалы бейне қызметтерге қол жеткізе алады. GPON желісіне кіру деңгейінде орналастырылған желілік терминал ретінде HG850 үй пайдаланушыларына және SOHO пайдаланушыларына IP және IPTV желілеріне оптикалық көтерілу арқылы кіруге мүмкіндік береді.

Жергілікті желі жағынан HG850 басқа құрылғылармен қосылу үшін көптеген интерфейстерді ұсынады, бұл әртүрлі желілік жағдайларда өте икемді. Сонымен қатар, HG850 IP (VoIP) және IP (FoIP) арқылы факс арқылы жоғары сапалы және қымбат емес қызметтерді қолдайды.

ONT технологиясының басқару және басқару интерфейсін (OMCI) қолдана отырып, HG850 терминалы қашықтан конфигурациялау, басқару және пайдалану үшін өте ыңғайлы.

Аппараттық платформаның сипаттамалары:

- бір оптикалық интерфейс;

-жылдамдықты автоматты түрде анықтау және деректерді беру әдісі 10/100 Base-T (RJ-45)функциясы бар төрт Ethernet порты;

- екі VoIP телефон интерфейсі (RJ-11);

- бір тұрақты ток қуат интерфейсі (сыртқы резервтік қуат көзіне қосылу үшін қолданылады);

- бір батарея бақылау интерфейсі (сыртқы резервтік қуат көзін бақылауды қолдайды).

Функционалдық сипаттамалары:

- FTTH технологиясының талаптарына толық сәйкес келеді;

- жоғары сапалы VoIP және FoIP қызметтерін қолдайды;

- Internet желісіне жоғары жылдамдықты қолжетімділікті қамтамасыз етеді. GPON сипаттамалары:

-ITU-TG стандартына толық сәйкес келеді.984 GPON;

- инкапсуляция режимін қолдайды GPON (GEM)өткізу қабілеттілігін динамикалық бөлуді (DBA)қолдайды;

-8 T-CONT порттары мен 32 GEM порттарын ұсынады;

- B + class оптикалық қуат қабылдағыштарын қолдайды;

- VLAN және GEM порттары арасында маппингті қолдайды;

- қателерді тікелей түзету функцияларын қолдайды

төменгі ағын (FEC).

-MDI/MDI-X АВТО анықтауды қолдайды;

- 1536 байтқа дейін Ethernet жақтауын қолдайды;

- жергілікті Mac алмасу кестесінде 1024 аймаққа дейін қолдау.

Құрылғыны басқару:

- Telnet арқылы құрылғыны қашықтан басқаруды қолдайды;

- omci арқылы қызметтерді қашықтан конфигурациялауды және құрылғыны басқаруды қолдайды.

Қуат сипаттамалары:

- қуат адаптерінің кіріс кернеуі: 100-240 сіз, 50-60 Гц;

- құрылғының қуат кернеуі: 12 ВДК, 2 А;

- стандартты қуат тұтыну: < 12 Вт.

Қорытынды: желіні жобалау үшін ауданды талдау нәтижесінде ең қолайлы топология таңдалды, қосылған үйлер мен АТС үй-жайлары тексерілді, желіні салуға арналған жабдықтар таңдалды, оның сандық сипаттамалары есептелді.

Нәтижесінде тарауда есептелген параметрлер теңдестірілген және сенімді оптикалық қол жеткізу желісін құруға мүмкіндік береді деп айта аламыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста GPON технологиясын «Өтенай» ауданында орнату қарастырылған. Пассивті желілерге анықтама бере отырып, GPON технологиясы және оны жобалауды таныстырып өттім. Қазіргі уақытта GPON желісі кең таралуда. Және де танымал болып келеді. PON бір талшықпенен әр түрлі аумақта орналасқан түрлі қызметтермен, байланысу жылдамдығы сан түрлі болғанымен абоненттерді байланыстырады.

Технологиясының сплиттер, таратқыш, қабылдағыш , коннектор, таратқыш тораптары сияқты тағы да басқа құрылғыларымен таныстық. Сплитердің түрлерімен қоса, пассивті желінің топология түрлері қарастырылды.

Дипломдық жұмыстың берілген тапсырмасы бойынша есептеу бөлімінде оптикалық талшық өшулік параметрлері, өткізу қабілеттілігі, өткізу жолағы толық есептелінді.

Менің жобамның техникалық бөлігімен жұмыс жасау барысында мен келесі тармақтарды орындадым: Пассивті желілерді жобалау аймағын егжей-тегжейлі қарастырдым. Клиенттерге сапалы және жақсы жылдамдықпен қызметтердің барлық тізімін алу үшін менің кешеніме сәйкес келетін технологияны қарастырдым. Ол үшін мен типті есептедім мультиплексорлар, кабельдер, сплиттер. Муфталар мен сплиттерді орнатудың оңтайлы орындарын қарастырдым, бөлу коэффициенті мен топология туралы шешім қабылдадым. Ең қашықтағы пайдаланушы үшін мүмкін болатын шығындарды есептедім, нәтиже шығындар 27 дБ-ден аспайтынын көрсетті, яғни барлық клиенттер сапалы сигнал алады. Жүйенің сенімділігін есептедім, ол бірлікке жақын, бұл да жақсы көрсеткіш. Әр клиент үшін жылдамдықты ең үлкен жүктеме сағатында есептедім, ол таңдалған технологияның шегіне кіреді. Сондықтан, қорытындылай келе, жобаланған желі көрсетілген талаптарға сай болады деп айтқым келеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие - М: ИПК при МТУ СИ, . - 140 с.2005 г

2 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998. – 246 с.

3 RÉSEAU OPTIQUE PASSIF (PON) - https://www.isatel.ch/fr/solutions/reseau-optique-passif#g-pon

4 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи,- М: Радио и связь 2000.

5 Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. - Средства связи для последней мили. - М: Эко-Трэндз - НТЦ Натэкс, 2000

6 Réseau optique passif (PON) - https://www.viavisolutions.com/fr-fr/reseau-optique-passif-pon

7 OLT, ONU/ONT и ODN: компоненты сети GPON - https://community.fs.com/ru/blog/abc-of-pon-understanding-olt-onu-ont-and-odn.html

8 Passive Optical Networks by MARVIN CHRISTY THANDU - https://www.academia.edu/44539964/Passive_Optical_Networks

9 Оптоволокно http://www.myshared.ru/slide/1317997/

10 Гигабитные пассивные оптические сети с расширенной зоной досягаемости - А.Д.Тусупов, Н.И.Листопад, А.Т. Тохметов - https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/39050/1/Tusupov_Gigabitnyye.pdf

11 Basics of Fiber Optics - Mark Curran/Brian Shirk http://www.fibersystems.com/pdf/whitepapers/Basics-of-Fiber-Optics.pdf

12 Иванов А. Б. Контроль соответствия в телекоммуникациях и связи: измерения, анализ, мониторинг. - М.,Системс,2000.

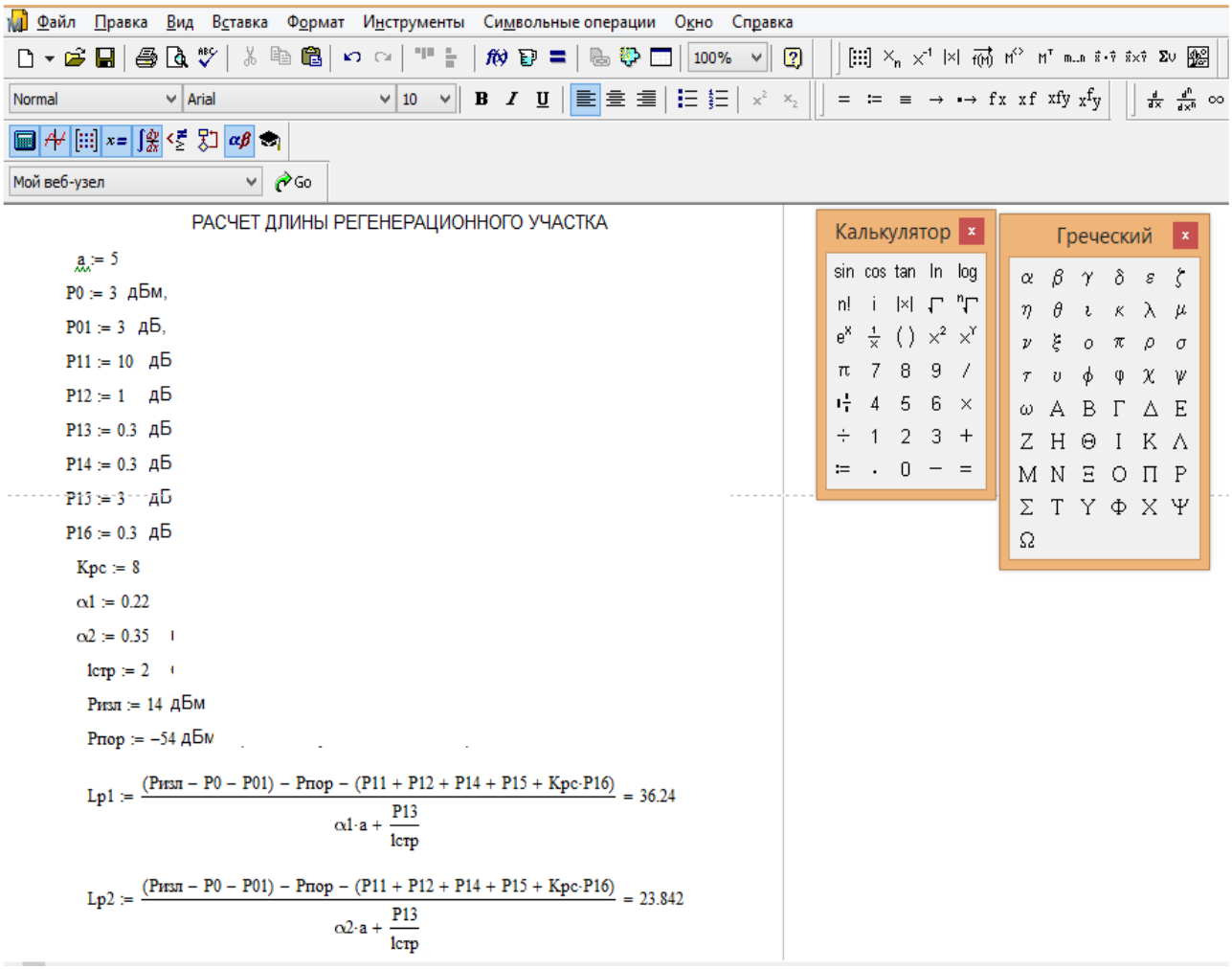
13 Гигабитные пассивные оптические сети с расширенной зоной досягаемости - https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/39050/1/Tusupov_Gigabitnyye.pdf

14 СОВРЕМЕННЫЕ СЕТИ ДОСТУПА - http://ipk.mtuci.ru/itu/itu2015_02_17-19prez/Portnov Modern_access_networks.pdf

15 Построение сети GPON - https://vols.expert/useful-information/postroenie-seti-gpon/

16 Расчет затухания в оптическом волокне - https://studwood.net/1694777/tehnika/raschet_zatuhaniya_opticheskom_volokne

ҚОСЫМША 1



РАСЧЕТ ДЛИНЫ РЕГЕНЕРАЦИОННОГО УЧАСТКА

$a := 5$

$P0 := 3$ дБм,

$P01 := 3$ дБ,

$P11 := 10$ дБ

$P12 := 1$ дБ

$P13 := 0.3$ дБ

$P14 := 0.3$ дБ

$P15 := 3$ дБ

$P16 := 0.3$ дБ

$Kpc := 8$

$\alpha 1 := 0.22$

$\alpha 2 := 0.35$

$lстр := 2$

$Pизл := 14$ дБм

$Pпор := -54$ дБм

$$Lp1 := \frac{(Pизл - P0 - P01) - Pпор - (P11 + P12 + P14 + P15 + Kpc \cdot P16)}{\alpha 1 \cdot a + \frac{P13}{lстр}} = 36.24$$

$$Lp2 := \frac{(Pизл - P0 - P01) - Pпор - (P11 + P12 + P14 + P15 + Kpc \cdot P16)}{\alpha 2 \cdot a + \frac{P13}{lстр}} = 23.842$$

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ және ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

5В071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері»

Орындалды:
а) графикалық бөлім 2 парақ;
б) түсініктеме 53 бет.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Берілген бітіру жұмысында Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы GPON кең жолақты қатынау желісін құруды қарастырған.

Дипломдық жұмыста пассивті оптикалық желілердің ерекшелігі , дамуы GPON технологиясы мен түрлері қарастырылған. Пассивті оптикалық желісін толықтай түсіндіріліп жазылған. Бір модалы талшық, көп модалы талшық түрлері ажыратылған. Есептеу бөлімінде өткізу жолағы, өшу коэффициенті, сияқты оптикалық талшықтың параметрлерін есептеген.

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 "оте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы 5В071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Сын -пікір беруші
КазНАУ ассоц.профессоры, доктор PhDдокторы
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)
Н.Әлібек
(аты-жөні)
«20» 05 2022 ж.

Ф КазҰТЗУ 704-24. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ және ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

5В071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
(мамандық атауы мен шифры)

Тақырыбы: «GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері»

Берілген бітіру жұмысында пассивті желілерге толық ақпарат берілген. Оның ішінде пассивті желілердің әрқайсысына анықтама беріп, олардың ішіндегі GPON технологиясының ерекшеліктерімен таныстырылып, байланысу түрімен, топологиялары, құрылғылары таныстырылған.

Оптикалық талшықтың құрылысымен таныстырылып, кабельдің түрін таңдап , таңдалған ауданы бойынша жобалаған.

Есептеу бөлімінде талшықты оптикалық кабельдің параметрлерін, өткізу қабілеттілігі , өшу коэффициенттері , өткізу жолағы есептелген.

Жалпы, дипломдық жобаға "өте жақсы" (95%) деген баға, ал студент Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы 5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавры» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Ғылыми жетекші

ЭТ және ҒТ каф.сениор-лекторы,
экон.ғыл.канд.

_____ Куттыбаева А.Е.
(қолы)
«20» мамыр 2022 ж.

Ф ҚазҰТЗУ 704-23. Пікір

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

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

Автор: Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

Тақырыбы: GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері

Жетекшісі: Айнур Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 4.1

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.4

Дәйексөз (35): 1

Әріптерді ауыстыру: 15

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 21

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☑ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

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

Негіздеме:

2022-05-27

Күні *Кафедра меңгерушісі*

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Есімханова Мөлдір Тілеуханқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: GPON кең жолақты қатынау желісін құру принциптері

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 4.1

Коэффициент Подобия 2: 0.4

Микропробелы: 21

Знаки из здругих алфавитов: 15

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2022-05-27

Дата

Заведующий кафедрой