

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Телекомунікаційних систем**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Леонід УРИВСЬКИЙ

«__» _____ 20__ р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

**на тему: «Модернізація мережі доступу на основі технології PON для
поселення Холон»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ТС-61

Демченко Софія Олександрівна _____

Керівник:

ст. викладач кафедри ТС

Вакуленко Олександр Володимирович _____

Рецензент:

доцент кафедри ТК

к.т.н., доцент Явіся Валерій Сергійович _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Телекомунікаційних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 Телекомунікації та радіотехніка

Програма професійного спрямування (спеціалізація) – «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Леонід УРИВСЬКИЙ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентки

Демченко Софії Олександрівни

1. Тема роботи «Модернізація мережі доступу на основі технології PON для поселення Холон», керівник роботи Вакуленко Олександр Володимирович, старший викладач кафедри ТС ІТС НТУУ КПІ ім. І. Сікорського, затверджені наказом по університету від 30 березня 2020 р. № 924-с.

2. Термін подання студентом роботи 12 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Зміст роботи:

1. Аналіз мережі доступу та телекомунікаційних технологій;
2. Принцип побудови мереж доступу;
3. Алгоритм проектування мереж доступу на основі технології

PON.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо):

б. Дата видачі завдання: 30.01.2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір матеріалів та ілюстрацій по темі дипломної роботи	30.01.20-21.02.20	Вик.
2	Написання вступу	21.02.20-13.04.20	Вик.
3	Написання першого розділу	13.04.20-20.04.20	Вик.
4	Написання другого розділу	20.04.20-27.04.20	Вик.
5	Написання третього розділу	27.04.20-04.05.20	Вик.
6	Висновки	04.05.20-11.05.20	Вик.
7	Оформлення пояснювальної записки	11.05.20-18.05.20	Вик.
8	Перевірка на антиплагіат	18.05.20-25.05.20	Вик.
9	Оформлення презентації та доповіді	25.05.20-01.05.20	Вик.

Студентка

Софія ДЕМЧЕНКО

Керівник роботи

Олександр ВАКУЛЕНКО

РЕФЕРАТ

Текстова частина дипломної роботи: 51 с., 11 рис., 2 табл., 17 джерел.

Мета роботи – дослідження сучасного стану та побудови мереж доступу, а також проектування мережі доступу на основі технології PON в місті Холон.

В даній дипломній роботі було розроблено проект реальної мережі на основі технології PON, та було представлено цей проект на карті, по топології кільце. Було розглянуто, історію розвитку телекомунікаційних технологій. Архітектуру і класифікацію технології PON. Було представлено алгоритм проектування на основі технології PON.

ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖІ, PON, xDSL, АБОНЕНТСЬКИЙ ДОСТУП,
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ, МЕРЕЖА ДОСТУПУ, МОДЕРНІЗАЦІЯ

ABSTRACT

Text part of the thesis: 51 pp., 11 fig., 2 tables, 17 sources.

The purpose of the work is to study the current state and construction of access networks, as well as the design of access networks based on PON technology in the city of Holon.

In this thesis, a project of a real network based on PON technology was developed, and this project was presented on a map, according to the ring topology. The history of development of telecommunication technologies was considered. Architecture and classification of PON technology. A design algorithm based on PON technology was presented.

NETWORK DESIGN, PON, xDSL, SUBSCRIBER ACCESS, TELECOMMUNICATIONS, ACCESS NETWORK, MODERNIZATION

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	10
1 АНАЛІЗ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	11
1.1 Історія розвитку телекомунікаційних технологій.....	11
1.1.1 Телеграфний зв'язок.....	11
1.1.2 Радіозв'язок	12
1.1.3 Телефонний зв'язок	13
1.2 Телекомунікаційні технології	14
1.3 Висновки з розділу 1	15
2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ ДОСТУПУ	17
2.1 Поняття систем абонентського доступу	17
2.2 Технологія DSL.....	20
2.2.1 Принцип роботи DSL	20
2.2.2 Переваги DSL.....	21
2.2.3 Стислий опис існуючих видів технології DSL.....	22
2.3 Технологія PON	24
2.3.1 Побудова технології PON.....	24
2.3.2 Класифікація технології PON.....	26
2.3.3 Тестування PON мережі.....	26
2.3.4 Переваги технології PON.....	30
2.4 Вибір технології в даній роботі.....	31
2.5 Висновки з розділу 2	31
3 АЛГОРИТМ ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ PON.....	33
3.1 Постановка задачі для проектування мережі	33
3.2 Основні етапи реалізації методики.....	33
3.2.1 Вихідні дані	33
3.2.2 Огляд місцевості та приміщень	34

3.2.3 Вибір розміру і структури мережі	34
3.2.4 Вибір технології.....	35
3.2.5 Вибір топології	36
3.2.6 Вибір обладнання	38
3.2.7 Вибір кабелю.....	38
3.2.8 Вибір програмного забезпечення, адміністрування	38
3.2.9 Визначення обсягів робіт.....	39
3.2.10 Розрахунок витрат на впровадження.....	39
3.2.11 Розрахунок технічної підтримки	40
3.2.12 Оцінка ефективності проекту.....	40
3.2.13 Оформлення технічної документації та проекту	40
3.2.14 Узгодження документації та проекту.....	41
3.2.15 Організації охорони праці	41
3.2.16 Монтаж кабельних трас	41
3.2.17 Прокладка кабелю	42
3.2.18 Монтаж комутаційних шаф.....	42
3.2.19 Монтаж розеток робочої зони.....	42
3.2.20 Підключення абонентів.....	43
3.2.21 Оптимізація мережі	43
3.2.22 Тестування і сертифікація	43
3.2.23 Приховані втрати.....	44
3.2.24 Здача в експлуатацію	44
3.3 Модернізація мережі доступу на основі технології PON.....	44
3.4 Висновки з розділу 3	47
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	50

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АЛ	абонентська лінія
АТ	абонентський термінал
ВК	вузол комутації
ВД	вузол доступу
МАД	мережа абонентського доступу
ОС	операційна система
ТКМ	телекомунікаційна мережа
ЦМП	цифрові мережі з інтегрованими послугами
ЦМС	цифрові мережі з інтегрованими службами
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line – технологія широкосмугового доступу
APON	ATM Passive Optical Network – стандарт технології PON
ATM	Asynchronous Transfer Mode – технологія комутації та мультиплексування
BPON	Broadband PON – розвиток стандарту APON
DSL	Digital Subscriber Line – сімейство технологій
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing – мультиплексування з поділом по довжині хвилі
EPON	Ethernet PON – стандарт технології PON
FTTx	Fiber To The x – концепція будівництва мережі доступу
GPON	Gigabit Passive Optical Network – стандарт технології PON
HDSL	High Data Rate Digital Subscriber Line – високошвидкісна абонентська лінія
HDTV	High-Definition Television – набір стандартів телевізійного мовлення високої якості
ISDN	Integrated Services Digital Network – цифрова мережа з інтегрованими службами

OLT	Optical Line Terminal – оптична лінія передачі, для абонентських пристроїв
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer – оптичний рефлектометр
ONT	Optical Network Terminal – оптичний мережевий термінал
ONU	Optical Network Unit – пристрій для перетворення оптичного сигналу в електричний
PON	Passive Optical Network – технологія пасивних оптичних мереж
R-ADSL	Rate-Adaptive Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія
TDMA	Time Division Multiple Access – метод часового поділу одного фізичного каналу зв'язку
SDH	Synchronous Digital Hierarchy – принцип побудови цифрових систем передачі
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line – симетрична цифрова абонентська лінія
STM-1	Synchronous Transport Module level-1 – Базовий транспортний модуль
VDSL	Very-high data rate Digital Subscriber Line – надвисокошвидкісна цифрова абонентська лінія
xDSL	Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія

ВСТУП

Тема даної дипломної роботи є актуальною тому що, розкриває проблеми передачі сучасних типів даних, так як на даний момент більшість мереж використовує для передачі даних мідні кабелі, які мають малу пропускну здатність що не дозволяє передавати всі типи даних. В наш час важливо забезпечити мережу високою пропускну здатністю, яка б дозволила передавати аудіо, відео і інші сучасні типи даних. Волоконо-оптичні кабелі мають більшу пропускну здатність, та дозволяють надати користувачам широкосмуговий доступ, та можливість передавати безліч типів даних. Побудова такої мережі є складною та актуальною задачею.

Побудова мережі на основі технології PON, дає можливість для розвитку та розширення мережі. Перевагами технології PON, в тому що ця технологія забезпечую передачу всіх типів даних, є швидкою та економічною. Щоб досягти головної мети роботи, потрібно проаналізувати характеристики мереж доступу, проаналізувати вимоги цих мереж та розробити алгоритм проектування мережі доступу.

1 АНАЛІЗ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Історія розвитку телекомунікаційних технологій

1.1.1 Телеграфний зв'язок

Відкриття електромагнітних хвиль лягли в основу винаходу електричного телеграфу як основи телекомунікації. Фізиком з німецького міста Лейпциг було відкрито передачу струму за допомогою проводів, це відкриття він зробив у 1753 році. Важливим кроком до створення електричного телеграфу, стали дослідження Крістіана Ерстеда, по відхиленню магнітної стрілки, під дією електричного провідника. У зробленому цим вченим пристрої було декілька гарних винайдень, такі як ізоляційна обмотка з шовку, сигнальний пристрій. Російський вчений Шилінг, був першим хто втілював ці відкриття в життя, і зробив стрілочний телеграф, який мав 5 стрілок, що служили як індикатори. В 1832 році, він публічно продемонстрував цей апарат. На демонстрації, де був присутній сам російський імператор Микола I, по лінії довжиною 100 м була передана перша телеграма, що складається з 10 слів.

Саме з винаходу цього апарату починається епоха практичного застосування електричного телеграфу, еволюція якого представлена апаратами кодової передачі повідомлень С. Морзе.

Винахід Шилінга практично реалізував академік Петербурзької академії наук Б. С. Якобі. У 1841 році він побудував першу телеграфну лінію між Зимовим палацом і Головним штабом. Б. С. Якобі в 1850 р розробив перший у світі телеграфний апарат (на три роки раніше Морзе) з літеродрукуванням прийнятих повідомлень, в якому, як він говорив «реєстрація знаків здійснювалася за допомогою друкарського шрифту».

1.1.2 Радіозв'язок

Термін «радіо» (від лат. Radius, radiare, radio - випускати, опромінювати, випромінювати на всі боки) вперше ввів в обіг відомий англійський фізик - хімік В. Крукс (1832-1919). У вакуумній трубці, використовуючи коромислові ваги в 1873 році він виміряв атомний вага відкритого ним же елемента талія і виявив порушення балансування високоточного інструменту при виникненні теплового опромінення. Трохи пізніше було помічено аналогічне вплив світлового випромінювання. На основі відкриття був сконструйований вимірювальний прилад - «радіометр». Згодом з'явилися й інші прилади, що містять в найменуванні приставку «радіо». До найбільш відомих відноситься «радіокондуктор» (радіопроводник), запропонований французьким фізиком Е. Бранлі (1844-1940) для виявлення електромагнітних коливань в лабораторних умовах. Прийнято вважати, що ера радіозв'язку бере початок з 1883 року, після відкриття Едісоном нитки розжарювання, для ламп, пізніше в честь нього назвуть цей ефект. Цим винаходом, він намагався збільшити термін роботи, свого винаходу зробленого раніше, лампи з вугільною ниткою, в яку вводив вакуумний балон металічного електрода. Він дослідив, що якщо дати електроду позитивну напругу, то у умовах вакууму між електродом і ниткою йде струм. Це відкриття стало фундаментальним в той період, і лежало в основі електроніки того періоду, до настання епохи транзисторів. Не зважаючи на це все, Едісон не довів своє відкриття до фінального результату. Однак на початку 1880 років, після дослідів Герца, що стосувалися електромагнітних хвиль, ідея бездротового телеграфу, стала реальною і перспективною. Хоча на той момент, це було не досить потрібно, тому що розвинені країни користувалися зв'язком по проводах, і це було надійно. Проте, прокладати кабелі було не дешево, і вони могли прокладатися, не в усі місця.

Ще до 1890-х років, був прилад який реагував на електромагнітне випромінювання, але тільки радіодіапазону. Детектором в цьому пристрої був когерер. Цей прилад являв собою трубку, що була повністю заповнена тирсою з металу, і на поверхню цього пристрою виходили контакти. Він був гарним провідником струму, але якщо на нього діяло сильне електромагнітне поле, то його електричний опір стрімко падав. Когерер струшували, щоб повертати в первісний стан. Індукційна котушка з переривником виконувала роль, джерела коливань високих частот в цьому пристрої. Переривник, замикав і розмикав ланцюг струму, в залежності від періоду В цей час у вторинній обмотці, виникали імпульси напруги. Кульки і антена, створювали коливальний контур, в якому імпульси робили іскрові проміжки, і викликали серію коливань. Коливальна система створювала радіохвилі. Під когерером розуміється, трубка що має 2 контактні пластини, які розділяє металевий порошок. Когерер є чутливим елементом цього приладу. В антену наводився струм високих частот, під дією цього порошок спікався, і замикав ланцюг. Після цього, вмикали телеграфний апарат, який має стрічку на яку записує сигнал, і електричний дзвінок, який мав молоточок для струшування порошку в когерері, це порушувало його провідність.

У 1895 році було вперше продемонстровано цей прилад, у Петербурзі.

1.1.3 Телефонний зв'язок

14 лютого 1876 року є датою заснування електричного телефону. В один день одночасно було надіслано два запити в американську патентне відомство, перша була від А.Г. Белла, друга що надійшла трошки пізніше від І. Грея.

Ці два запити були принципово різні, з фізичної точки зору. Електромагнітний передавач Белла, працював на основі передавання по лінії струму, що змінювався на основі магнітного потоку. Грей пропонував зовсім інший метод, струм в його приладі змінювався від коливань мембрани

стовпчика з рідиною що проводила струм. Белл патентував майже втілений в життя пристрій, а Грей мав лише принцип роботи свого пристрою.

Коли Белл ще навчався в поле його інтересу попав телефон Рейса, і він захотів створити прилад, який би міг перетворювати звуки в світлові сигнали. Белл мав добру ідею, що до цього пристрою, він хотів за допомогою нього вчити глухих дітей говорити. На початку своєї діяльності, він хотів створити гармонійний телеграф, який міг би передавати сім телеграм одночасно, по одному проводу. Для цього він брав 7 пар гнучких пластинок, і налаштував кожну пару на свою частоту. В 1875 році, він проводив свій дослід, і під час нього кінець однієї з пластинок приварився до контакту на боці передавача. Т. Ватсон, який був помічником Белла, намагався усунути неполадку, але нічого не міг з цим зробити. Але Белл, який був в сусідній кімнаті, уловив звук, що все ж таки дійшов по проводу. Пластинка, яка в процесі дослідів закріпилася на різних краях пластинки, знаходилася над полюсом магніту, і тим самим змінювала магнітний потік. Це прийнято вважати, за дату заснування телефону. У 1876 році, а саме 14 лютого, було подано запит на цей винахід, 7 березня цього ж року було отримано патент на цей прилад. Слід зазначити, що прилад не мав практичного застосування в перші часи своєї появи.

1.2 Телекомунікаційні технології

Загальне поняття інформаційних і комунікаційних технологій включає в себе сукупність методів, процесів і пристроїв, що дозволяють отримувати, збирати, накопичувати, зберігати, обробляти і передавати інформацію, закодовану в цифровому вигляді або існуючу в аналоговому вигляді.

У більш вузькому сенсі під телекомунікаційними технологіями розуміється сукупність програмних і апаратних засобів, що дозволяють встановлювати зв'язок без використання проводів і передавати пакети інформації, що включають також аудіо і відеоінформацію.

Телекомунікаційні технології можуть бути розглянуті як сервіси, що надаються провайдерами різного рівня.

За цим принципом можна виділити наступні види телекомунікаційних технологій:

- телефонний зв'язок, сучасна телефонний зв'язок дозволяє легко перемикається з аналогового стандарту на цифровий, підключати до інтернет міські телефони і з'єднувати в одну мережу аналогові і мобільні пристрої;
- радіозв'язок, яка сьогодні перетворилася в стільниковий зв'язок, телефон, переміщаючись в межах мережі, виявляється в зоні дії різних передавальних пристроїв;
- супутниковий зв'язок, яка використовується провайдерами для створення систем мобільного зв'язку і для державних систем зв'язку;
- інтернет - найбільш поширений вид телекомунікаційних технологій, при яких підключення до мережі може здійснюватися як за допомогою дротового або бездротовим способом.

1.3 Висновки з розділу 1

Отже, впровадження телекомунікаційних технологій в наш час є дуже потрібним, незважаючи на дороговизну. На даний момент телекомунікаційні технології є високоефективні. Найбільш поширений вид телекомунікаційних технологій є інтернет. В наш час, майже всі люди користуються інтернетом. А телеграфний спосіб передачі зв'язку майже ніде вже не застосовується.

За останні 30 років, у сфері телекомунікацій та оптоволоконного зв'язку був значний прогрес. Через це, телекомунікації посідають одну з найважливіший ланок у житті людини, навіть, з точки зору економіки. Збільшення смуги пропускання та швидкість у системах передачі дозволило збільшити об'єм переданої інформації та збільшити її захищеність. З кожним днем розміри кабелів зменшуються, але при цьому характеристики передачі

тільки підвищується, так з часом передача інформації буде можлива не тільки на сотні кілометрів, а й на декілька десятків тисяч кілометрів.

2 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

2.1 Поняття систем абонентського доступу

Мережа доступу – це сукупність апаратних засобів і кабельних ліній від абонента до найближчого комутатора. На даний момент на ринку присутні різні схеми і технології побудови мереж доступу.

Однією з найбільш проблемних частин сучасних мереж зв'язку, що динамічно розвивається є доступ абонентів і користувачів до вузлів зв'язку транспортних мереж, щоб забезпечити відповідне надання телекомунікаційних послуг з відповідною якістю. При цьому важливо відмітити такі тенденції розвитку доступу:

- використання існуючої інфраструктури низькочастотних мідних ліній, щоб надати доступ до вузькосмугових і широкосмугових послуг, застосовуючи модеми цифрових абонентських ліній xDSL (Digital Subscriber Line), які мають різновиди симетричних, асиметричних і високошвидкісних ліній (HDSL, ADSL, VDSL) та можуть передавати інформацію на швидкостях від декількох десятків кбіт/с до декількох десятків Мбіт/с (64 кбіт/с – 50 Мбіт/с) на відносно невеликій відстані від десятків і сотень метрів до кількох кілометрів;

- використання оптичних технологій: «волокно в будинок», «волокно в розподільну шафу», «волокно в офіс» і т. д., які охоплюють FTTx (Fiber To The Home, ...), наприклад, пасивної оптичної мережі PON (Passive Optical Network), заснованих на мережі волоконно-оптичних ліній, для організації доступу до будь-яких видів послуг.

Усі найвідоміші та затребувані послуги електровз'язку, становлять площину користувальницьких послуг. До таких послуг електровз'язку відносяться:

- телефонія з комутацією каналів і IP-телефонія (Voice);
- цифрове телебачення;
- звукове мовлення;

- Інтернет, електронна пошта;
- відеозв'язок, відео-конференції.

Для реалізації послуг необхідні різні термінали для користувачів. Це і звичайні телефонні апарати, теле- і радіоприймачі, термінали здійснювати підключення до мережі цифрових мереж з інтеграцією послуг (ЦМП) або служб (ЦМС) – ISDN (Integrated Services Digital Network), персональні комп'ютери і т. Д.

Сучасні технології впроваджуються на абонентських мережах доступу, оскільки відбуваються якісні зміни в розвитку сучасних телекомунікаційних мережах (ТКМ), прикладом яких, може слугувати створення мультисервісних мереж. При їх побудові використовуються нові концептуальні підходи, а це призводить до того, що поняття "абонентська лінія" починає втрачати свою суть елемента мережі електров'язку, що розташовується між користувачем та комутаційною станцією. У зв'язку з вищесказаним, з'явився новий, прийнятий термін, що вже встиг закріпитись в міжнародних стандартах і рекомендаціях – "Access Network" – "мережа доступу". Свого часу, ще у вітчизняних концепціях ТКМ частіше використовувалось словосполучення "мережа призначеного для користувача (абонентського) доступу" (МАД), що давало більш чітке уявлення про відповідний фрагмент ТКМ, що розглядається. На рисунку 2.1 показаний фрагмент телекомунікаційної мережі з виділеними типовими елементами МАД.

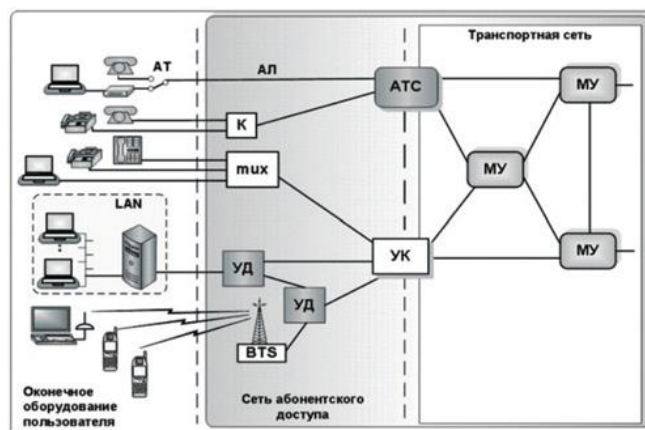


Рисунок 2.1 – Типова структура і склад мереж абонентського доступу

Найпростіший склад абонентської мережі має три основні елементи::

- вузла комутації (УК);
- абонентської (користувальницької) лінії (АЛ);
- абонентського (призначеного для користувача) терміналу (АТ).

Структурно МАД розташовується між обладнанням, поміщають безпосередньо в місці розташування абонентів (користувачів), і транспортною мережею. Кордоном між МАД і термінальним обладнанням може бути розподільна коробка або розетка, до якої підключається АТ. Кордон між МАД і транспортною мережею проходить в місці установки УК, в абонентські комплекти якого входять підключаються АЛ.

На рисунку 2.2 представлена модель МАД, що описує нові підходи до її побудови. Розглянувши дану модель, можливо побачити, що МАД складається з двох вузлових елементів. Перший вузловий елемент являє собою сукупність підмереж АЛ, що утворюють мережу АЛ, а другий – безпосередньо підмережа доступу (іменовану ще базовою мережею, розподільною мережею або мережею перенесення). Підключення до вузла доступу (УД) або вузла комутації (УК) забезпечує кожна підмережа АЛ безпосередньо, чи використовуючи мультиплексор.

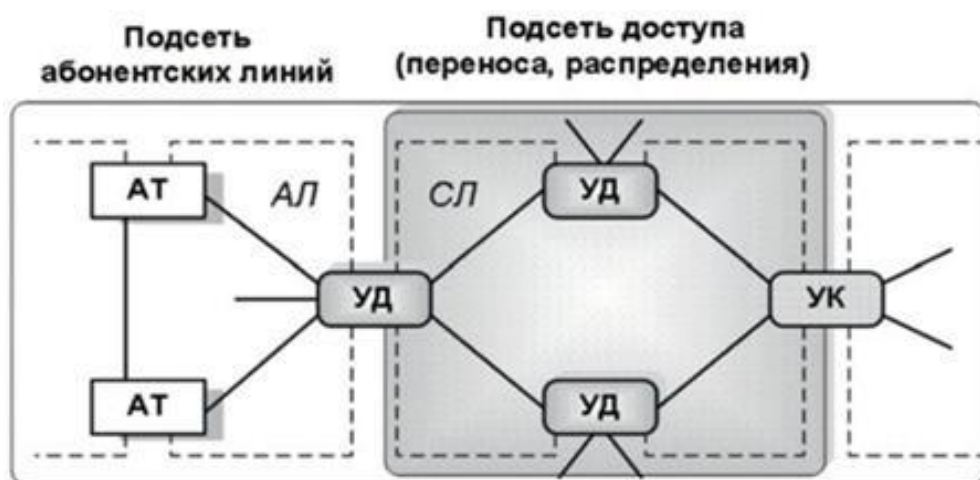


Рисунок 2.2 – Модель мережі абонентського доступу

2.2 Технологія DSL

DSL (Digital Subscriber Line) – це технологія, що за допомогою традиційної телефонної лінії, надає змогу користуватися швидко швидкісним інтернетом.

2.2.1 Принцип роботи DSL

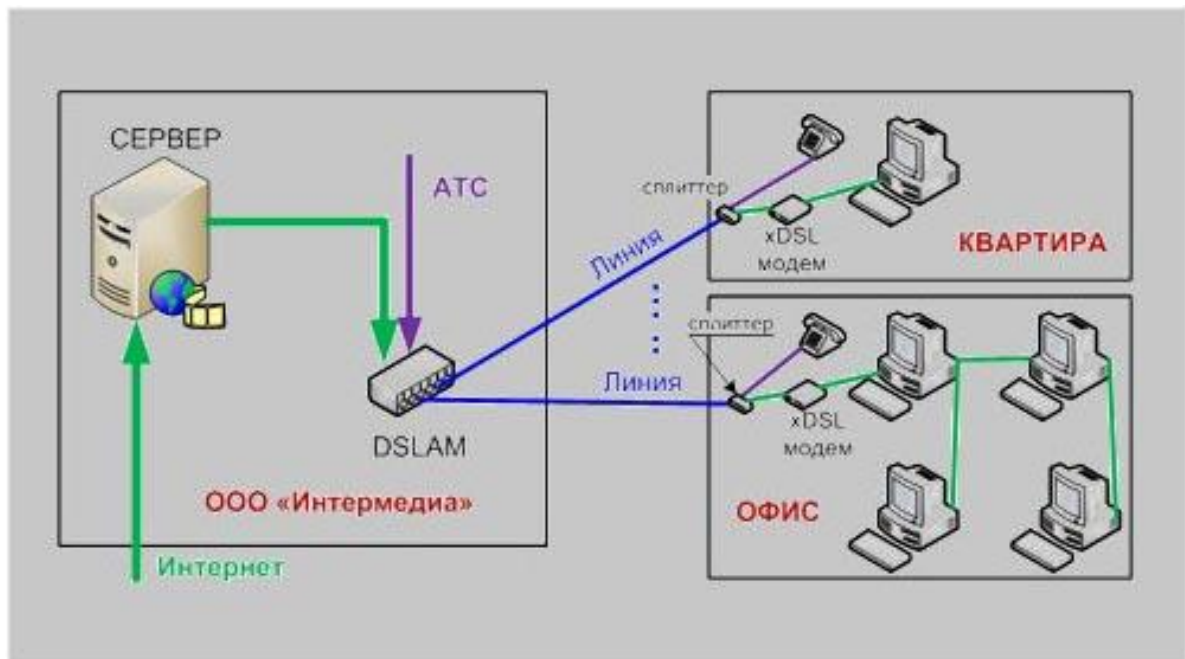


Рисунок 2.3 – Принцип роботи DSL

Телефонний апарат, встановлений в потрібному для користувача місці, з'єднується з обладнанням телефонної станції крученою парою мідних кабелів. Звичайний телефонний зв'язок служить для спілкування користувачів з іншими користувачами по традиційній телефонній мережі. По телефонній мережі передаються аналогові сигнали. Акустичні коливання, які сприймає телефонний апарат, він трансформує в електричні сигнали, зі змінною амплітудою і частотою. Для використання Інтернету, користувачем потрібен модем. Модем перетворює демодульований сигнал, в цифровий код, який сприймає комп'ютер.

Аналогові сигнали, вимагають невелику частину смуги пропускання, для своєї передачі. Звичайний модем, дає змогу передавати данні з досить невеликою швидкістю, вона становить 56 Кбіт/с. Технологія DSL, дозволяє використовувати набагато ширшу смугу пропускання телефонної лінії, це робиться за рахунок того, що цифрові дані передаються як цифрові, і не потрібно перетворення з аналогової форми в цифрову. З використанням цієї технології, користувач має змогу використовувати аналоговий телефонний зв'язок і цифрову лінію передачі даних, просто розділяючи спектри сигналів по одній і тій же лінії.

2.2.2 Переваги DSL

Технологія DSL має переваги, серед яких:

- стабільний доступ: відмінність використання DSL технології для постійного доступу, і комутованого доступу, є в тому, що при використанні DSL комп'ютер має бути постійно підключений до Інтернет мережі. Це означає, що для використання Інтернету не потрібно телефонувати до провайдера, а потрібно просто відкрити браузер і користуватися;
- вільний телефон: якщо для використання Інтернету, користувач вибирає комутований доступ, то він не може користуватися телефонним зв'язком і Інтернетом одночасно. При використуванні DSL, можна робити ці дві дії одночасно;
- висока швидкість передачі даних: так як DSL є широкосмуговою технологією, вона дає змогу передавати данні, при ADSL до 7,5 Мбіт/с, при SDSL до 2 Мбіт/с, по вихідному каналу, при вихідному каналу, при ADSL до 1 Мбіт/с, SDSL до 2 Мбіт/с. Така швидкість дає в змогу, використовувати всі можливості інтернету.

2.2.3 Стислий опис існуючих видів технології DSL

DSL включає в себе багато технологій, які дають змогу створити цифрову лінію передачі даних. Слід знати, що ці технології різняться. Потрібно завжди знати про співвідношення швидкості передачі та відстані та також розуміти, що швидкість передачі від мережі до користувача і від користувача до мережі різна.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) – асиметрична цифрова абонентська лінія.

Цей вид DSL, має велику різницю між швидкістю передачі, від мережі до користувача, і передачею від користувача до мережі, перша є значно вищою. Беручи це до уваги, і те що в цій технології потрібно завжди мати з'єднання, можна сказати, що вона чудово підходить для користування Інтернет мережою. Користувачі отримують вищий процент даних, ніж отримують. Межі швидкості передачі даних низхідного потоку від 1,5 Мбіт/с до 8 Мбіт/с, вихідний потік має змогу передаватися при швидкості 1,54 Мбіт/с, на відстань до 5,5 км. Максимальна швидкість може бути тільки тоді, коли відстань не є більшою 3,5 км, по кабелях діаметром 0,5 мм.

R-ADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line) – цифрова абонентська лінія з адаптацією швидкості з'єднання.

По швидкості передачі даних, ця технологія нічим не відрізняється від ADSL, але вона дає можливість адаптувати цю швидкість в залежності від відстані. R-ADSL дає різним телефонним лініям різну швидкість. Швидкість вибирається при синхронізації під час з'єднання, або при сигналі, що йде від станції.

IDSL (ISDN Digital Subscriber Line) – цифрова абонентська лінія ISDN.

Цей вид DSL дає змогу передавати дані, на швидкості до 144 Кбіт/с. Можливості цієї технології, мають обмеження тільки в швидкості передачі. IDSL є некомутованою, тому вона не робить зайвого навантаження на

комутаційне обладнання. IDSL не має бути постійно включеною, вона потребує з'єднання.

HDSL (High Bit-Rate Digital Subscriber Line) – високошвидкісна цифрова абонентська лінія.

HDSL забезпечує рівну швидкість від користувача в мережу, і іншому напрямку. Завдяки швидкості передачі 1,544 по двох парах, і 2,048 по трьом парам проводів, більшість телекомунікаційних компаній вибирають цю технологію. Хоча відстань передачі даних, є меншою ніж в інших видах DSL, вона становить приблизно 3,5-4,5 км. Для збільшення відстані передачі, можна використовувати повторювачі. Існує наступна версія, яка має назву HDSL 2, вона має всі характеристики минулої версії, але для передачі потребує тільки одну пару.

SDSL (Single Line Digital Subscriber Line) – однолінійна цифрова абонентська лінія.

Ця технологія є підвидом HDSL, але має декілька особливостей. Вона використовує одну пару для передачі даних, і має невелику відстань передачі, до 3 км. Ця технологія чудово підходить, для задач які потребують однакову швидкість передачі даних, в обох напрямках.

VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line) – супершвидкісна цифрова абонентська лінія.

Ця технологія вважається найшвидшою з усіх технологій xDSL. Швидкість вхідного потоку є в рамках від 13 до 52 Мбіт/с, а вихідного від 1,5 до 2,3 Мбіт/с, використовуючи одну пару проводів. VDSL має досить невелику відстань передачі, від 300 до 1300 метрів. Ця технологія може застосовуватися для забезпечення телебачення високої якості, що має назву HDTV.

2.3 Технологія PON

PON (Passive Optical Network) – це технологія яка працює на одному оптичному волокні і дає множинний доступ до мережі, використовуючи мультиплексування і поділ частотних трактів.

2.3.1 Побудова технології PON

Мережа складається з таких компонентів:

- OLT (Optical Line Terminal) – PON комутатор;
- ONU – модем на стороні користувача;
- розгалужувач (спліттер).

Мережі на основі PON мають деревоподібну топологію, з пасивними розгалужувачами, що знаходяться на вузлах. Вважається, найбільш економічною, і здатна надати широку смугу, для передавання даних. Також мережа може змінюватися від потреб користувача, тобто збільшувати пропускну здатність та збільшувати вузли мережі.

Технологія PON створює між OLT (Optical Line Terminal) і ONT (Optical Network Terminal), пасивну оптичну мережу з топологією дерева. В проміжних частинах цієї топології, знаходять сплітери. Сплітер – пасивний оптичний розгалужувач, який не потребує живлення і обслуговування. Сплітери є компактними. Один OLT, дає змогу передавати дані великій кількості ONT. Число абонентів ONT підключених до одного OLT, залежить від апаратури.

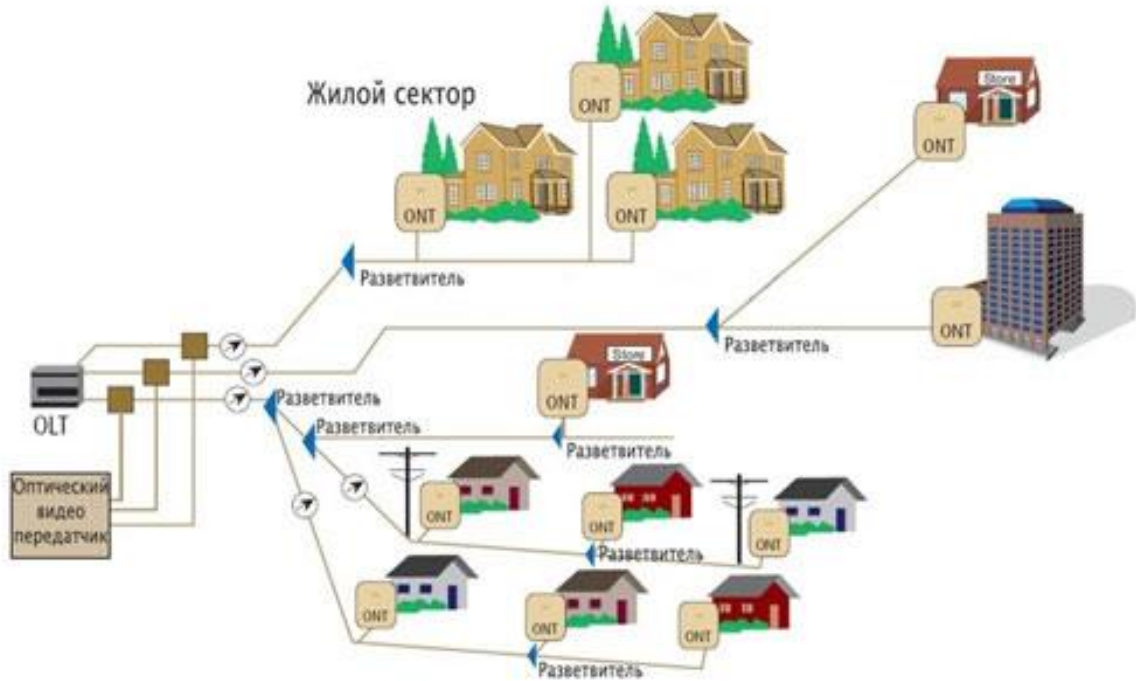


Рисунок 2.4 – Архітектура PON мережі

Для передачі даних використовується одне волокно, і його смуга пропускання, розподіляється між всіма абонентами. Спадний потік до абонентів, передається на довжині хвилі 1490 нм і 1550 нм. Вихідний потік, від абонентів передається на довжині хвилі 1310 нм, і використовує протокол TDMA.

PON використовує топологію точка-багатоточка, і при цьому має деревоподібну структуру. Різниця цієї топології від топології точка-точка полягає в тому, що всі волоконно-оптичні сегменти підключаються до одного приймача і передавача. Один такий сегмент здатний охоплювати до 32 вузлів у радіусі 20 км. При використанні технології EPON/BPON до 128 абонентських вузлів в радіусі до 60 км. Ці вузли розраховані, на житлові будинки, чи офісні будівлі і можуть охоплювати багато абонентів. Такі вузли є термінальними, це означає, що якщо один вузол ламається і не буде працювати, це не буде впливати на роботу інших вузлів.

Центральний вузол PON підтримує інтерфейси ATM, SDH (STM-1), Gigabit Ethernet.

2.3.2 Класифікація технології PON

До мереж PON належать: APON(BPON), EPON(GEPON), GPON.

Таблиця 2.1 – Порівняння різних технологій PON

Назва технології	ATM PON (APON)	Broadband PON (BPON)	Ethernet PON (EPON, GEPON)	Gigabit PON (GPON)
Затверджений Стандарт	ITU G.983	ITU G.983	IEEE 802.3ah	ITU G.984-6
Рік прийняття	1998	2001	2004	2008
Транспортний протокол, що використовується	ATM	ATM	Ethernet	GFP
Смуга пропускання (вхідного/вихідного потіку)	155 Мбіт/с 622 Мбіт/с	155 Мбіт/с 622 Мбіт/с	1,244 Гбіт/с 2,448 Гбіт/с	1,244 Гбіт/с 2,448 Гбіт/с
Підключень на порт OLT	32	32	64	128
Максимальна відстань передачі, км	20	20	Клас * 1: 10 Клас 2: 20	20 (лазер DFB) 10 (лазер Фабрі- Перо)
Затухання лінії, дБ	Клас А: 5-20 дБ; Клас В: 10-25 дБ; Клас С: 15-30 дБ.	Клас А: 5-20 дБ; Клас В: 10-25 дБ; Клас С: 15-30 дБ.	Клас 1: 21/23 дБ (вхідний/вихідний потік) Клас 2: 26/26 дБ (вхідний/вихідний потік)	Клас А: 5-20 дБ; Клас В: 10-25 дБ; Клас С: 15-30 дБ.

2.3.3 Тестування PON мережі

При тестуванні мережі PON оператора зазвичай хвилюють два основних запитання:

* Класи інтерфейсів, які використовуються

- реальне загасання в оптичній лінії між центральним вузлом і абонентським пристроєм (чинним або готуються до підключення);
- розташування проблемної ділянки, якщо значення загасання було більше ніж очікувалося.

Для відповіді на перше питання досить проаналізувати мережу за допомогою оптичного тестера. Друге питання більш складне і потребує роботи з оптичним рефлектометром (OTDR), а також знання розшифровки рефлектограм.

Прийнято, що всі вимірювання потрібно проводити без відключення абонентів. Зазвичай це робиться, на не працюючій довжині хвилі, за допомогою хвильових мультиплексорів та фільтрів. Робоча довжина хвилі для абонентів, в мережі PON є 1490 нм або 1550 нм в одному напрямку, і 1310 нм в іншому напрямку. Тому потрібні вимірювання в мережі PON робляться на довжині хвилі 1625 нм.

Випромінювання рефлектометра і тестера, вводиться в волокно після OLT, при цьому використовується хвильовий мультиплексор (DWDM). Таке випромінювання приводить до завдання шкоди приймачу абонентського пристрою, тому перед абонентським ONT встановлюються фільтри. Для забезпечення тестування, без відключення мережі, мультиплексори і фільтри вмикаються стаціонарно в оптичний тракт (див. рис. 2.5).

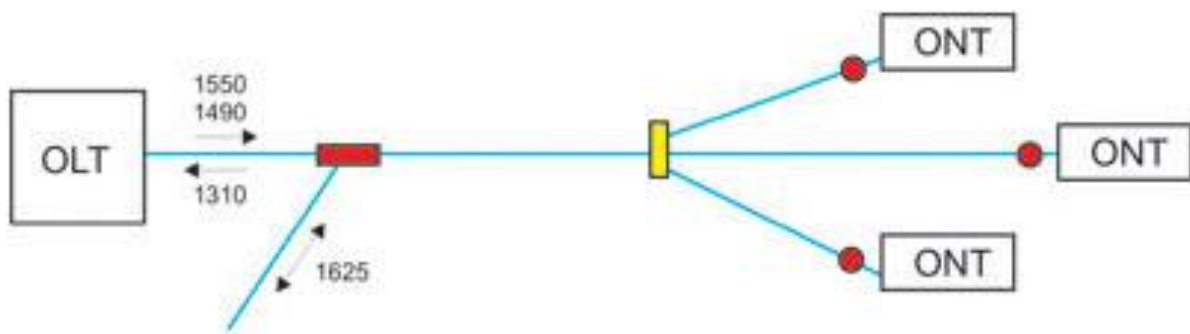


Рисунок 2.5 – Схема підключення хвильового мультиплексора і фільтрів до PON

Для вимірювання загасання в оптичній лінії між OLT і ONT використовується оптичний тестер на 1625 нм. Передавач тестера підключається до вільного кінця хвильового мультиплексора на OLT. Приймач тестера підключається до вільного кінця волокна перед фільтром (див. рис. 2.6).

Можна вимірювати загасання і без відключення абонентського пристрою. Для цього на ONT потрібно використовувати не фільтр, а хвильовий мультиплексор, як на центральному вузлі (див. рис.2.7).

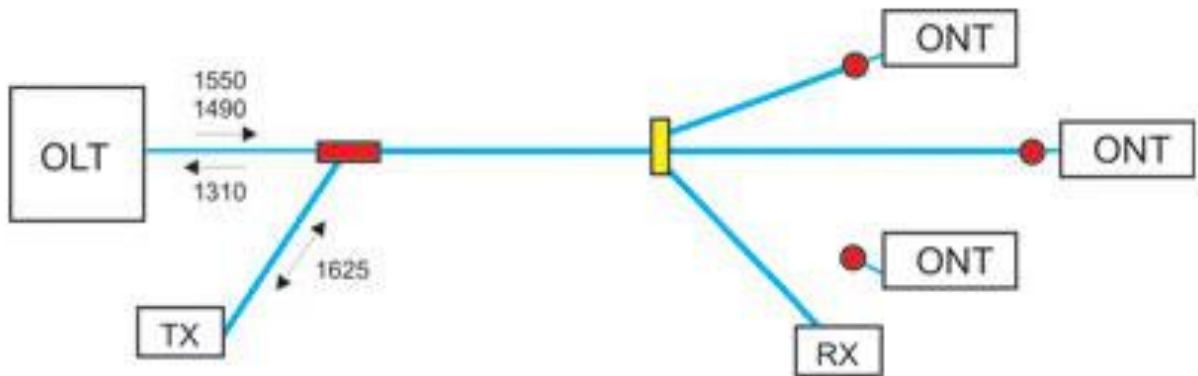


Рисунок 2.6 – Вимірювання загасання з відключенням абонентського пристрою

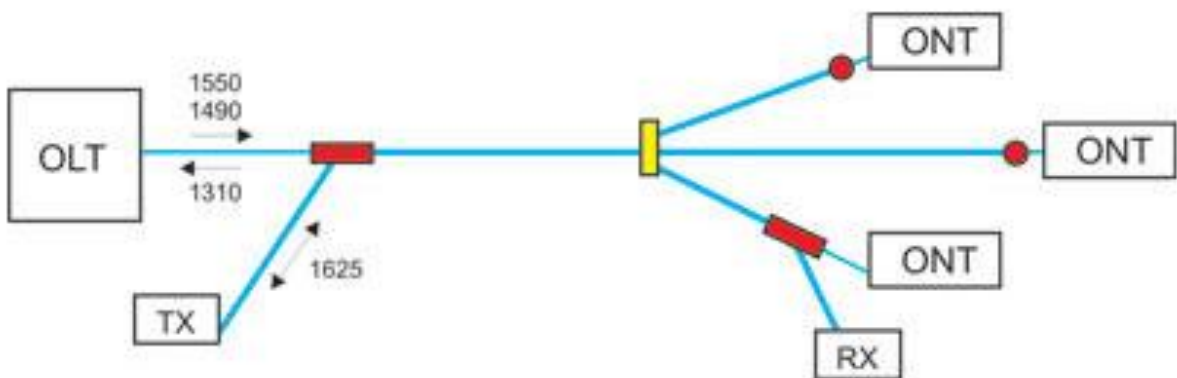


Рисунок 2.7 – Вимірювання загасання без відключення абонентського пристрою

Оптичний тестер допомагає виміряти дійсне значення загасання, на відрізку від OLT до ONT, але не покаже де знаходиться проблемна ділянка при випадку якщо загасання не буде влаштовувати. Щоб виявити таку ділянку, прийнято використовувати оптичний рефлектометр (OTDR).

Рефлектометр має тестовий модуль на 1625 нм, його підключають до вільного кінця хвильового мультиплексора на OLT (див. рис. 2.8). Рухаючись по дереву PON, випромінювання рефлектометра поширюється. Випромінювання, відображається на перешкодах і зворотно розсіюється і частково надходить на вхід рефлектометра. Таким чином, створюється графік залежності загасання від відстані. Кожен підйом чи спад загасання, відповідає окремій частині в волокні.

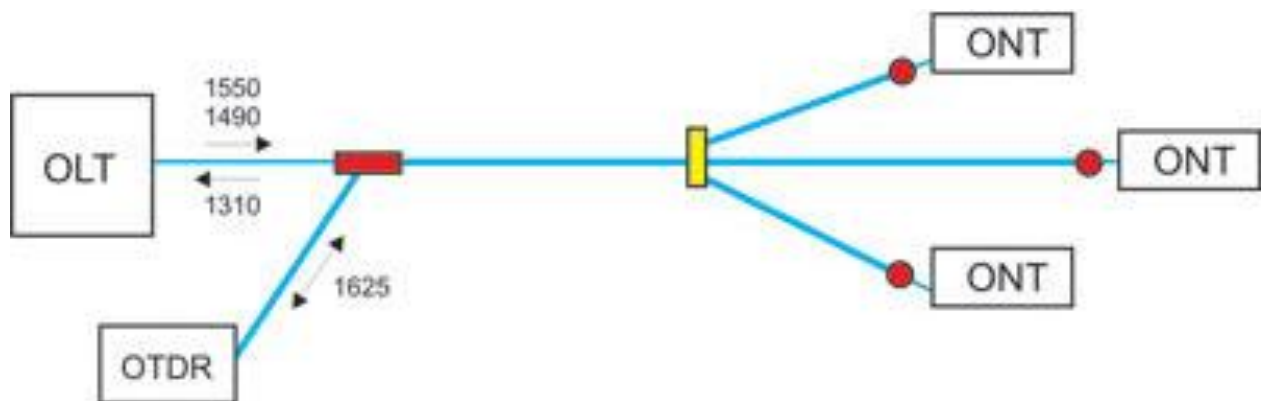


Рисунок 2.8 – Зняття рефлектограм дерева PON

Ідея тестування в мережі PON, полягає в тому, що кожна зміна топології призводить до зміни опорної рефлекторами. Якщо в мережі виявляють проблеми, то знімають нову рефлектограму і порівнюють її з опорною. Нові події побачені на рефлектограмі, показують місце де виникла проблема (див. рис. 2.9).

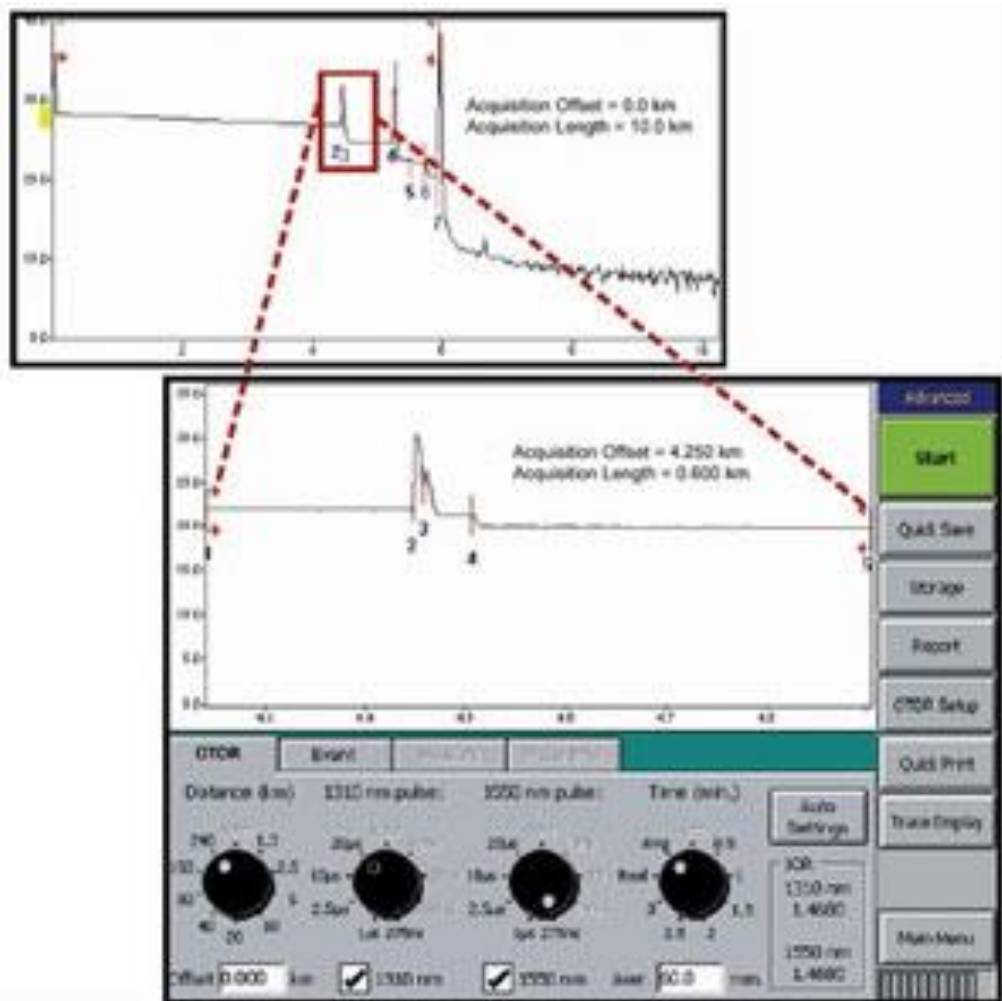


Рисунок 2.9 – Аналіз нових подій на рефлектограмі

За допомогою рефлектометра можна виявляти пошкодження волокна, до того як з'являться проблеми. Щоб це виявляти потрібно часто знімати дані з рефлектометра і порівнювати їх з опорною рефлектограмою. Потрібно постійно проводити аналіз і при необхідності проводити заходи, щоб запобігати збоїв роботи мережі.

2.3.4 Переваги технології PON

До переваг технології PON можна віднести:

- можливість підключати до 128 абонентів на одному волокні на відстані до 60 км;
- ефективне використання смуги пропускання;

- швидкість до 2,488 Гбіт/с по низхідному потоку і 1,244 Гбіт/с по висхідному;
- у проміжних вузлах дерева знаходяться тільки пасивні оптичні розгалужувачі, які не потребують обслуговування;
- використовуючи деревоподібну топологію можна підключати нових абонентів;
- можливість резервування як всіх, так і окремих абонентів;
- дозволяє надавати користувачем потрібний їм рівень сервісу;
- дані по мережі передаються у вигляді осередків АТМ;
- можливі симетричний і асиметричний режими роботи.

2.4 Вибір технології в даній роботі

Було розглянуто дві розвинуті технології, DSL і PON. Обидві технології надійні, швидкі та сучасні. Але для вибору технології проектування мережі доступу потрібно враховувати певні вимоги:

- передавання всіх видів даних;
- невелика собівартість;
- можливість подальшого розвитку.

Провівши аналіз вищезгаданих умов, був зроблений висновок, що ідеально їм відповідає технологія PON.

2.5 Висновки з розділу 2

Розглянувши декілька відомих технологій та провівши детальний аналіз, можна зробити висновок, що найкраще підходить PON саме до даної роботи, незважаючи на складність її реалізації. На мою думку, ця технологія є найбільш перспективною. PON має декілька переваг, що включають в себе: економію витрат на переміщення та додавання або зміни обладнання; низьку ціну на порти, що використовуються на пасивних компонентах; легку

установку та низькі витрати на встановлення нових пасивних елементів. Саме через ці економічні фактори, технологія PON набуває популярності в різноманітних технологічних додатках, які постійно змінюються.

3 АЛГОРИТМ ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ PON

3.1 Постановка задачі для проектування мережі

Впливову роль на телекомунікаційну мережу, має її проектування, тому що від цього залежить подальша роль цієї системи. Від проектування, залежить і можливий подальший розвиток мережі.

Проектування на основі PON, полягає в ефективності розвитку та роботи системи. Переваги мережі PON, в швидкості її роботи, хорошій якості обслуговування абонентів, та здатності передавати різні види даних.

Оптичні технології, дають змогу використовувати широку смугу пропускання, що надає абонентам гарну якість використання мережі.

Задано:

Необхідно:

– розробити алгоритм модернізації телекомунікаційної мережі доступу на основі технології PON.

3.2 Основні етапи реалізації методики

3.2.1 Вихідні дані

Для проектування такої мережі, потрібно враховувати всі потреби, які хоче отримати в цій мережі замовник.

Складність цього процесу, полягає в тому, що мережа буде працювати на основі вже дійсної мережі, тому потрібно брати до уваги всі фактори пов'язані з цією мережею. Кожен крок при побудові такої мережі, потрібно гарно обдумувати.

При модернізації мережі доступу потрібно враховувати такі фактори:

- структуру мережі;
- елементи мережі;
- заданий розмір мережі;

- типи трафіку, який планується передаватися;
- характеристики обладнання;
- вартість обладнання;
- тип програмного забезпечення, який планується використовувати;
- вимоги до пожежної безпеки.

3.2.2 Огляд місцевості та приміщень

В цьому етапі, спеціаліст має проаналізувати локацію, а саме виявляє які перешкоди можуть бути при створенні мережі, оцінює існуюче обладнання і перспективу впровадження нового обладнання.

3.2.3 Вибір розміру і структури мережі

Від вибору розміру залежить число термінальних пристроїв, що поєднуються в одну мережу. Завжди потрібно брати до уваги, подальшу перспективу розвитку мережі та її розростання. Кількість терміналів має вплив на роботу мережі та її обслуговування. Тому, потрібно гарно все прорахувати, щоб не помилитися в розрахунках.

Дистанція від однієї лінії зв'язку до іншої, не має бути великою, щоб не витратити велику кількість коштів на обладнання, і швидкість передачі даних була краще. При проектуванні цього, потрібно в запас брати приблизно 10 метрів.

Під структурою мережі, розуміємо її поділ на певні частини, та поєднання цих частин між собою. Для поєднання цих частин використовуються комутатори, маршрутизатори, репітери, мости. На рішення по структурі, впливають характеристики будівлі, чи певної групи будівель. Біля робочої групи, що виконує однакову задачу, встановлюють сервер та комутатор, та розташовують їх в одній частині мережі.

Розумним кроком, при виборі структури мережі, є врахування подальшого її розвитку, та розширення.

3.2.4 Вибір технології

При виборі технології, на якій буде проектуватися мережі, потрібно забезпечити такі вимоги:

- передача сучасних типів даних;
- не дорога собівартість;
- можливість розвитку і розширення мережі.

Вище задані умови чудово задовольняє технологія PON.

При використанні технології PON, сплітери ділять лінію між абонентами, з коефіцієнтом поділу від 1:02 до 1:28. В цій технології провайдер використовує оптичний лінійний термінал, а користувачі оптичний термінал мережі. Він надає широку смугу пропускання для передачі даних, та дає можливість передавати всі сучасні типи даних.

До переваг технології PON відносяться :

- висока швидкість;
- підтримка різних видів трафіку;
- велика ємність;
- скорочення витрат на обслуговування;
- легкість підключення нових користувачів;
- легкодоступність;
- можливість ущільнення;
- постійний розвиток PON-технологій.

Недоліками цієї технології є:

- складність побудови мережі;
- необхідність шифрування потоку;
- висока собівартість розвитку інфраструктури.

3.2.5 Вибір топології

Найчастіше зустрічаються такі види топології, зірка, кільце, і найбільш поширеною є дерево.

Розглянемо топологію типу дерево, корінь в цій топології це порт OLT, листя це ONU, а сплітери слугують за гілки.

На рисунку 3.1 представлений приклад мережі побудованої за топологією типу «дерево».

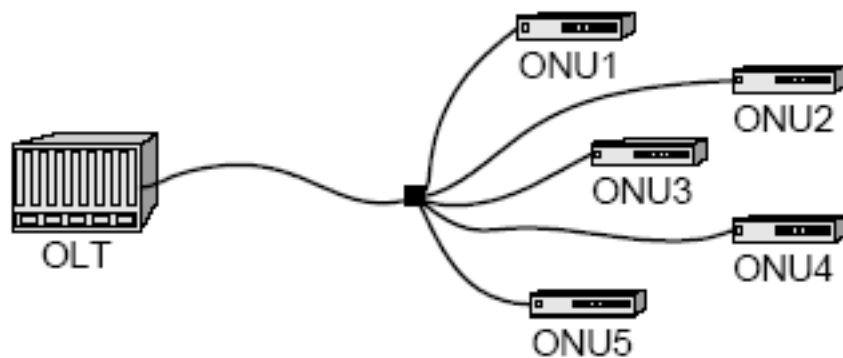


Рисунок 3.1 – Топологія мережі типу «дерево»

При побудові мережі за топологією «зірка» (рис. 3.2) – волокно поділяється на 64 напрямки, тобто один порт обслуговує 64 ONU, але при цьому повинна бути забезпечена умова їх розташування в радіусі 200-300 метрів від центральної точки.

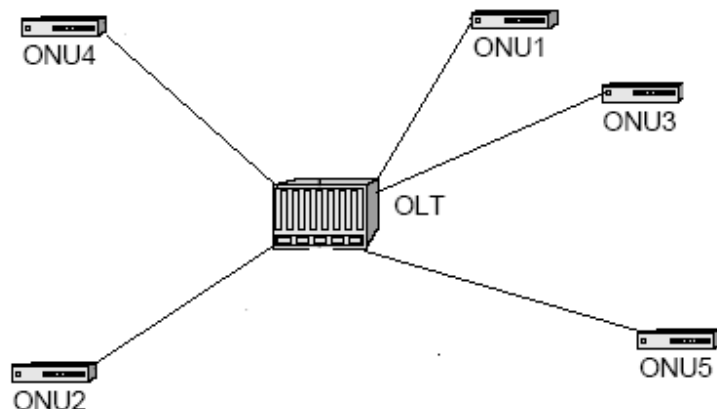


Рисунок 3.2 – Топологія мережі типу «зірка»

Кільцева топологія має високу вартість електроніки, а також досить складне функціонування мережі, але в той же час є ідеальним варіантом за кількістю волокон і резервування.

Для ефективної роботи при використанні кільцевої топології в мережі доступу бажано, щоб всі вузли кільця були підключені і працювали. Однак, на практиці при побудові такої мережі підключення абонентів відбувається не одноразово. У той же час, розгортання відразу всієї кільцевої мережі при підключенні невеликого числа абонентів призводить до високих стартовим витратам. Нераціонально будувати абонентський оптичний вузол до тих пір, поки замовник не підписав договір про надання послуг. З цієї причини в реальному житті багато кільцеві топології в мережах доступу або дуже компактні («collapsed rings»), або витягнуті уздовж одиночного кабелю (див. рис. 3.3).

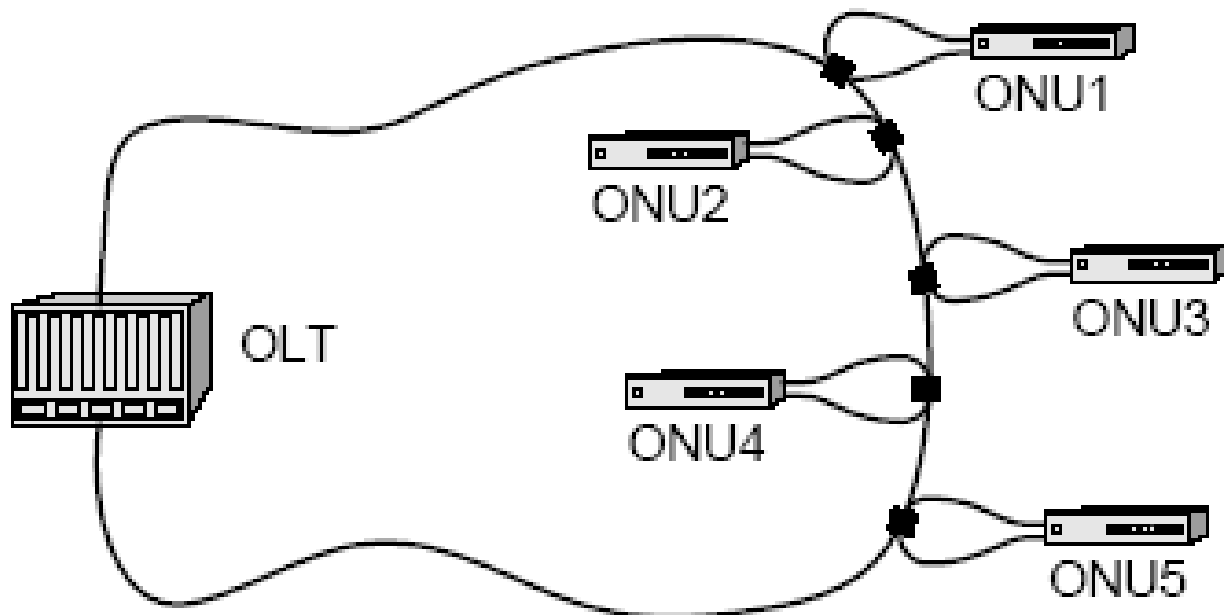


Рисунок 3.3 – Схема побудови мережі доступу за технологією кільце

3.2.6 Вибір обладнання

В модернізації і побудові мережі, значиму роль має вибір мережевого обладнання. Швидкість передачі даних, топологія і характеристики мережі є головними критеріями при виборі обладнання. Якщо правильно все розрахувати, це може заощадити велику кількість грошей.

3.2.7 Вибір кабелю

Існує два види кабелів, одномодові (SM), та багатомодові (MM). Багатомодовий є дешевшим за одномодовий, але він гірший по характеристиках.

Форма сигналу в одномодовому кабелі, майже не має спотворень через те що всі промені йдуть одним шляхом, та доходять до приймача майже одночасно. Діаметр центрально волокна рівний 1,3 мкм. Дисперсія є майже рівною нулю. Відстань передачі сигналів в одномодовому кабелі більше, ніж в багатомодовому.

Через велику кількість розсіювання, сигнал в багатомодовому волокні спотворюється. Діаметр центрального волокна рівний 62,5 мкм. Звичайний світлодіод, забезпечує довготривалу службу цього кабелю та низьку собівартість.

Також потрібно знайти спеціаліста, який міг би слідкувати за мережею, і цим самим виконував би задачу адміністрування.

3.2.8 Вибір програмного забезпечення, адміністрування

Для реалізації мережі, необхідно визначити вимоги та число потрібного програмного забезпечення. Потрібно провести аналіз існуючого програмного забезпечення, тому що на основі нього буде додаватися нове програмне забезпечення. Додатково, потрібно брати до уваги:

- типи серверів;
- сумісність з ОС та комп'ютерами;
- вартість програмного забезпечення.

На вибір програмного забезпечення впливають такі фактори:

- тип мережі;
- місцезнаходження мережі;
- максимальне число користувачів.

3.2.9 Визначення обсягів робіт

Після початку модернізації, треба оцінити обсяг робіт. Модернізація включає в себе:

- підготовку каналів кабельної каналізації;
- заміна кабелю;
- зрощування волокон;
- вимірювання оптичних характеристик;
- активування послуг.

3.2.10 Розрахунок витрат на впровадження

Витрати щодо впровадження мережі включають в себе:

- витрати на лінійно-кабельні споруди;
- витрати на зарплату персоналу;
- витрати на підтримку мережі;
- витрати на програмне забезпечення;
- витрати на електроенергію;
- витрати на мережеве обладнання.

3.2.11 Розрахунок технічної підтримки

Після процесу модернізації потрібно завжди моніторити і підтримувати мережу, тобто замінювати чи ремонтувати обладнання. Важливою є підтримка абонентів у разі, якщо вони цього потребують.

3.2.12 Оцінка ефективності проекту

Після підрахунку всіх коштів що були вкладені на модернізацію мережі, підраховується її ефективність, та час за який цей проект себе окупить. Якщо прибуток значно менший за кошти, які було вкладено в проект, то проводиться виправлення деяких стадій проекту.

3.2.13 Оформлення технічної документації та проекту

На цій стадії робиться технічна документація, що включає в себе:

- детальну трасу прокладки розподільчих кабелів і кабелів абонентської розводки;
- детальну схему зрощування волокон з визначенням нумерації і кольорового маркування;
- нумерація кабельних каналів;
- усі встановлювані елементи мережі з маркуванням.

Також потрібна виконавча документація, яка включає в себе:

- повну назву та юридичну адресу компанії, яка буде проводити модернізацію;
- дозвіл на проведення модернізації;
- інструкцію з прокладки кабелю;
- дозвіл від власника підприємства, де буде йти модернізація;
- виробника кабелю;
- протоколи доступу;

- тестові дані і результати вимірювань.

3.2.14 Узгодження документації та проекту

На даній стадії, документи оформлюються згідно до законодавства країни. Потрібно узгодити всю документацію з чинними організаціями. Модернізація може початися тільки після узгодження всієї документації.

3.2.15 Організації охорони праці

Навіть провівши всі розрахунки, потрібно дотримуватися всіх умов охорони праці.

До складу устаткування проекту входять:

- оптоволоконні передавачі;
- комутаційне обладнання;
- ДБЖ.

Обладнання мусить бути виготовленим таким чином, щоб користувачі були захищені від ураження електричним струмом та оптичного випромінювання.

Обладнання мусить бути виготовлено з діелектричного матеріалу, чи мати діелектричне покриття. Частинки такого обладнання мусять мати місце для приєднання з ізолюючими провідниками.

При несправності, обладнання мусить бути від'єднано від джерела живлення, а ремонтувати можуть тільки люди спеціально кваліфіковані люди.

3.2.16 Монтаж кабельних трас

На даній стадії здійснюється монтаж наступних об'єктів:

- проводки;

- металевих лотків;
- дротяних лотків;
- монтаж труб.

Також робляться отвори в стінах, та встановлюються підвісні лінії всередині і поза приміщенням.

3.2.17 Прокладка кабелю

На цій стадії кабель:

- вимірюють;
- нарізають;
- наносять маркування;

Після цих стадій його прокладають.

3.2.18 Монтаж комутаційних шаф

Комутаційні шафи допомагають раціональніше використовувати площу будівлі. Також комутаційна шафа запобігає пошкодженням від вологи та випромінювання. Вона складається з:

- дверей;
- каркасу;
- бокових стінок;
- кришок для монтажу;
- отворів для монтажу.

3.2.19 Монтаж розеток робочої зони

Абонентська розетка є межею зони відповідальності між провайдером і абонентом. Оптичні розетки мусять володіти такими характеристиками:

- компактний розмір;

- сумісність з усіма типами кабелів;
- ввід кабелю з будь-якого боку від розетки;
- підтримка усіх типів оптичних роз'ємів.

3.2.20 Підключення абонентів

Під підключенням абонентів розуміється, підключення до користувача обладнання. Кінцеві пристрої можуть бути різними, але кожен з цих пристроїв повинен мати спеціальне програмне забезпечення, що має встановлюватися спеціалістом.

3.2.21 Оптимізація мережі

На даному етапі аналізуються недоліки мережі, та проводяться перевірка на несправності.

3.2.22 Тестування і сертифікація

Тестування складається з двох частин:

- перша частина включає в себе тестування під час модернізації, тобто при здачі модернізованої мережі;
- друга частина включає в себе тестування під час використання мережі: тестування обладнання під час введення в експлуатацію; усунення недоліків, несправностей; проведення регламентних робіт (час від часу).

Тестування є важливою стадією, тому що потрібно прибрати всі недоліки мережі, до її запуску для користування.

3.2.23 Приховані витрати

Цю стадію потрібно враховувати перед початком модернізації, тому що завжди можуть непередбачувані ситуації, а саме непередбачувані витрати.

Якщо такі витрати є маленькими, то на ефективність проекту вони впливати не будуть.

Якщо приховані витрати, є великими, і значно впливають на ефективність проекту, то варто вносити зміни до проекту.

3.2.24 Здача в експлуатацію

Ця стадія є фінальною в процесі модернізації, проект здають замовнику. Замовник скликає комісію, і проект перевіряється на справність роботи і відповідність замовлених характеристик мережі. Якщо перевірка пройдена успішно, то складається відповідний акт, і замовник отримує повну документацію, і рекомендацію щодо експлуатації.

3.3 Модернізація мережі доступу на основі технології PON

За спосіб прокладки магістрального кабелю вибрано кільцеву топологію. Кабель буде прокладатися шляхом підвішування на існуючі стовпи. В основі лежить один кабель, по мірі того, як проект буде окупатися, буде резервація напрямку резервними кабелями.

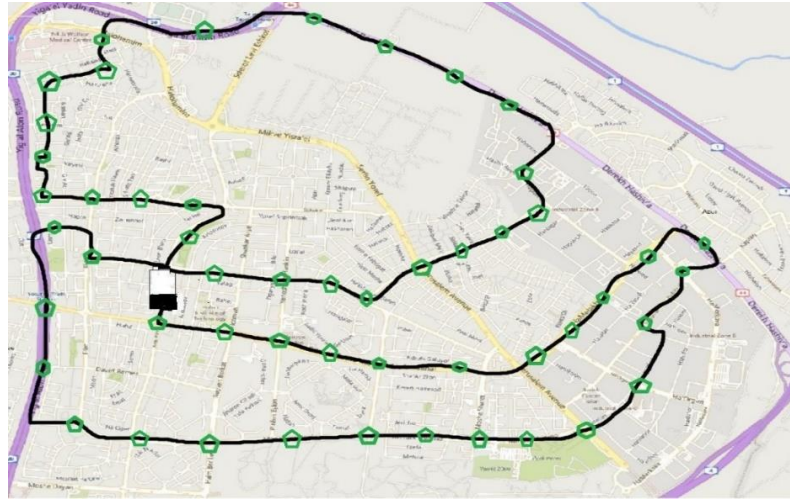





Рисунок 3.4 – Схема прокладання кабельних мереж та установка мультиплексорів по топології "кілеце"

-  волоконно-оптичний кабель
-  мультиплексор
-  вузол зв'язку

До обмежень входять:

- бюджет мережі;
- термін здачі мережі;

Вхідні дані:

- число абонентів – 40 тисяч;
- радіус охоплення – 19,2 км²;
- карта місцевості;
- плани будівель та окремих районів;
- список послуг (доступ до мережі Інтернет, IPTV, системи відеоспостереження та пожежної сигналізації).

Перелік обладнання:

Таблиця 3.1 – Перелік використаного обладнання

№	Тип обладнання	Кількість обладнання
1	Мультиплексор	51
2	Телекомунікаційна шафа	51
3	Волоконно-оптичний кабель	70
4	Система безперебійного живлення	1
5	Обладнання для прокладки волоконно-оптичні кабелю	
6	Волоконно-оптичні кроси	
7	Патч корд в OLT	

На мою думку, найбільш підходить обладнання Cisco. Переваги мережевого обладнання Cisco:

- забезпечення високого рівня адаптивності бізнесу за рахунок автоматизації мережі;
- автоматичне відновлення даних і їх резервування після можливих збоїв. Відмінні показники параметрів надійності та відмовостійкості;
- виняткова продуктивність бездротових мереж з високою щільністю підключення;
- комплексний підхід до контролю нормальної працездатності мереж і докладний інструктаж щодо усунення збоїв;
- мінімізація уразливості в будь-яких точках мережі;
- можливість застосування аналітики для оптимізації мережевої продуктивності, програмного забезпечення.

3.4 Висновки з розділу 3

При проектуванні мережі потрібно враховувати значні вкладення та ретельно все планувати, оскільки від цього залежить його подальше введення в експлуатацію та безпосередньо його робота та ефективність.

Щоб все добре було спроектовано потрібно обирати висококваліфікованих спеціалістів, оскільки вони зможуть прорахувати всі приховані затрати, неодмінно врахувати всі недоліки проекту та захистити замовника від ймовірних втрати.

Проект обов'язково потрібен мати необхідну документацію та усі можливі схеми об'єкта, на яких розміщені комутаційні розетки, лінії зв'язку, лінії закладання кабелів, тощо.

Обов'язково повинна бути визначена повна вартість проекту, при цьому необхідно врахувати вартість матеріалу та робіт. Перед тим, як розпочати роботу, потрібно визначити остаточний термін виконання.

В поселені Холон треба було підключити 40 тисяч абонентів, на мою думку, це буде краще зробити по топології кільце, тому що ця топологія є ідеальним варіантом за кількістю волокон та резервування, хоча ця топологія має складне функціонування мережі. Найкращим варіантом буде обрати обладнання CISCO. Я вважаю, що на ринку це найкращий варіант за ці кошти.

ВИСНОВКИ

Технологія PON (passive optical network) є одною із провідних технологій нашого часу. Її популярність зростає з кожним днем, оскільки вона має дуже значні переваги над іншими технологіями. При впровадженні технології PON, підприємство може заощадити на капітальних витратах та експлуатаційних витратах шляхом агрегування даних, голосу, спостереження та безпеки, при цьому також можуть бути зменшені додаткові витрати на енергію та вимоги до стійок.

Організації можуть зменшувати свої інвестиції в інфраструктуру, яка з'єднує центр обробки даних та користувача, шляхом зменшення кількості кабельних трас, якщо реалізують технологію PON. При цьому загальним результатом буде різке зниження витрат і складності мережі.

Також варто відмітити, що впровадження технології PON розширює стандартний життєвий цикл мережі на цілих 10 років, що є доволі гарним показником з точки зору окупності телекомунікаційної мережі.

В даній дипломній роботі було акцентовано увагу на модернізацію мережі доступу на основі технології PON у місті Холон. Були запропоновані рекомендації щодо модернізації мереж доступу, які може використати проектувальник, та відповідний алгоритм дій. На практиці запропоновані рекомендації можуть зазнати змін, но при цьому цілісний підхід до модернізації залишиться незмінним.

У першому розділі проводиться аналіз мереж доступу та телекомунікаційних технологій, щодо їх розвитку відносно розвитку суспільства.

У другому розділі розглядається принципи побудови мереж доступу на основі двох розповсюджених технологій. Перелічуються основні переваги технологій xDSL та PON, щоб підтвердити актуальність обрання саме технології PON для модернізації мережі в даній роботі.

У третьому розділі приводиться узагальнений алгоритм проектування мереж доступу та розрахунки, який описує основні етапи за якими буде проводитись модернізація мережі. Також представлені розрахунки кількості обладнання, яке знадобиться для модернізації мережі у місті Холон.

Також були розглянуті деякі етапи більш детально саме для поселення Холона. В даній роботі я розробила схему прокладання кабельних мереж з місцями установки мультиплексорів, яка може повноцінно забезпечити потреби кожного мешканця з точки зору передачі інформації.

Результатом даної роботи є запропонований алгоритм, який може значно спростити задачу проектувальників, які будуть розроблювати план побудови мережі, чи її модернізації, оскільки він допоможе врахувати усі приховані фактори.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фриман Р.Л. «Волоконно-оптические системы связи» / Перевод с англ. - Под ред. Н. Н. Слепова. - М.: Техносфера, 2003. - 590 с.
2. И.И. Петренко, Р.Р. Убайдуллаев ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ PON. ЧАСТЬ 1. АРХИТЕКТУРА И СТАНДАРТЫ, Журнал «LIGHTWAVE russian edition» № 4, 2004.
3. Harstead E., van Heyningen P. H. «Optical Access Networks», Chap. 10 in «Optical Fiber Telecommunications», Vol. IVB, 2002, pp. 438–513.
4. Стандарты IEEE
5. Рекомендації ITU
6. Mahmoud M. Al-Quzwini. «Design and Implementation of a Fiber to the Home. FTTH Access Network based on GPON», International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), Volume 92 – No.6, April 2014
7. Стандарт ANSI/EIA/TIA-942 «Вимоги щодо заземлення і електричних з'єднань телекомунікаційних систем комерційних будівель» і ПУЕ:2011.
8. Фокин В.Г. «Оптические системы передачи и транспортные сети» // Москва: Эко-Трендз, 2008. — 271 с. — ISBN: 978-5-88405-084-6
9. Гордеев Э.Н. «Использование современных технологий в построении сетей доступа» //Электросвязь, – 2009. – № 7
10. Андрей Леонов, Вадим Коньшев. Connect! Мир Связи, №7, 2007, «Технология PON – эффективная сеть доступа».
11. Назаров А.Н., Симонов М.В. «АТМ: технология высокоскоростных сетей.» – М.: Эко – Трендз, 1998. – 234 с
12. В.В. Хиленко. «Методи підвищення показників якості системи управління телекомунікаційними мережами»/ В. В. Хиленко,Л. Н. Беркман,Г. Ф. Колченко, О. Г. Варфоломеева – К.: Норіта-плюс, 2007.

13. И.И. Петренко, Р.Р. Убайдуллаев. Lightware Russian edition, N2, 2004 год, "Пассивные оптические сети PON Часть 2. Ethernet на первой миле», к.ф.-м.н.
14. М. А. Гладышевский. Lightware Russian edition, N2, 2005 год, «Сравнение технологий EPON и GPON», директор компании «Оптиктелеком комплект».
15. FURUKAWA (S.), SUDA (H.), YAMAMOTO (F.), KOYAMADA (Y.), KOKUBUN (T.), TAKAHASHI (I.): «Optical fibre line test and management system for passive double star networks and WDM transmission systems», Proc. IWCS'95, pp. 640–648, 1995.
16. Фокин В.Г. «Проектирование оптической сети доступа» / Учебное пособие, Новосибирск 2012, 319 с.
17. Беркман Л. Н. Стандарты ИЕС «Информационно-энтропийные подходы к расчету параметров системы управления интеллектуальной сети» /Зв'язок. – 1999.