

Ім'я користувача:  
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:  
1015645386

Дата перевірки:  
19.06.2023 14:01:44 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Library

Дата звіту:  
19.06.2023 14:09:22 EEST

ID користувача:  
100011372

Назва документа: Бала В.Б. гр ТК-330 повторно

Кількість сторінок: 33 Кількість слів: 7841 Кількість символів: 59617 Розмір файлу: 1.24 MB ID файлу: 1015290881

## 26.3% Схожість

Найбільша схожість: 22.1% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015205851)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

26.3% Джерела з Бібліотеки 59

Сторінка 35

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 14

## 1 ОСНОВНІ СПОСОБИ І МЕТОДИ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО ІНТРЕНЕТУ

### 1.1 Способи підключення до Інтернету

Сучасний Інтернет розвивається настільки швидко, що підключитися до нього може майже кожен. Правда можливості в усіх різні, а від них якраз і залежить вибір способу підключення до Інтернет. Років десять назад вибір був мінімальним. Зараз же налічується вісім, найбільш відомих і розповсюджених способів підключення:

- Підключення і налаштування через Dial - Up модем.
- Підключення і налаштування через ADSL модем.
- Підключення і налаштування через мобільний телефон.
- Підключення через кабельне телебачення.
- Підключення через виділений канал.
- РадіоІнтернет – підключення за допомогою спеціальної антени.
- Підключення через CDMA або GSM модем.
- Супутниковий Інтернет – підключення через супутник.

Усі вони відрізняються один від одного принципом роботи, швидкістю передачі даних, надійністю, складністю налаштування устаткування і звичайно ж ціною. Основна характеристика будь-якого підключення до мережі Інтернет – швидкість передачі даних, яка вимірюється у кількості інформації, що передається користувачеві за одну секунду і зазвичай вимірюється в кілобайтах/с або кілобітах/с. Для високошвидкісних каналів вимір швидкості вже йде в мегабітах або мегабайтах у секунду.

Залежно від фізичного способу підключення. Існує два види технологій виходу в Інтернет:

- Проводова технологія.
- Безпроводова технологія.

У кожній технології присутній модем. Модеми розділяють на:

- Зовнішні – підключаються через COM або LPT, USB порт або стандартний роз'єм в мережевій карті RJ – 45. Вони зазвичай мають окремий блок живлення.

- Внутрішні – додатково встановлюються всередину апарату(у слот ISA, PCI, PCI – E, PCMCIA, AMR, CNR).

- Вбудовані – є частиною апарату, куди вбудовані(наприклад ноутбука або

док-станції).

По виду з'єднання:

- модеми для комутованих телефонних ліній – найбільш поширений тип модемів;
- ISDN – модеми для цифрових комутованих телефонних ліній;
- DSL – використовують звичайну телефонну мережу;
- Кабельні – використовуються для обміну даними по спеціалізованих кабелях – наприклад, через кабель колективного телебачення;
- радіо – працюють в радіодіапазоні, використовують власні набори частот і протоколи;
- стільникові – працюють по протоколах стільникового зв'язку такі як – GPRS, EDGE;
- супутникові – використовуються для організації супутникового Інтернету;
- PLC – використовують технологію передачі даних по побутовій електричній мережі.

Використання технологій Dial – Up і ADSL

Цей метод є найстарішим і найбільш використовуваним способом підключення до мережі Інтернет, але на сьогодні не такий актуальний. Модемне (dial - up) підключення зараз користується відносно великою популярністю там, де немає широкого вибору провайдерів. При такому способі підключення користувачеві кожного разу для входу в Інтернет доводиться за допомогою модему робити дзвінок по телефонній лінії до модемного пулу провайдера. Звідси витікає перший недолік технології dial - up - зайнятість телефонної лінії під час знаходження в Інтернеті. Далі провайдер обробляє облікове ім'я(login), пароль користувача і звіряє їх. Потім абонентові надається вільна IP-адреса, завдяки якій він дістає доступ в мережі. Перевагами такого Інтернет-з'єднання є: простота налаштування і установки устаткування (необхідно лише аналоговий модем), низька ціна устаткування і безліч тарифних планів пропонує провайдерами. Всі недоліки модемного зв'язку можна звести до наступного:

- зайнятість телефонної лінії абонента;
- низька швидкість передачі даних (зазвичай 3-4 КБ/с);
- низька якість з'єднання і передачі даних із-за зношеності телефонних ліній(часті обриви з'єднання, додзвонитися буває досить важко особливо в години « пік»).

При швидкості, що забезпечується модемним з'єднанням, практично неможливо отримати з Інтернет файли великого розміру відео, дистрибутивні великих програм та ін. Можна зробити висновок, що цей тип з'єднання підходить для приватних користувачів з невеликими потребами і обмеженим бюджетом. Варто забути про модемне з'єднання (dial - up), якщо у плани входить цілодобовий доступ до мережі. Перспективнішою у порівнянні з dial - up нині є технологія ADSL. ADSL (англ. Asymmetric Digital Subscriber Line – асиметрична цифрова абонентська лінія) – модемна технологія, що перетворює аналогові сигнали, які передаються за допомогою стандартної телефонної лінії, в цифрові сигнали (пакети даних) і який дозволяє під час роботи здійснювати дзвінки.

Це технологія, що забезпечує надання по звичайних аналогових телефонних лініях високошвидкісний широкосмуговий доступ до Інтернет. Швидкість при цьому досягає величини 24 Мбіт/с. До того ж, ця технологія не завантажує телефонну лінію абонента, завдяки розділенню діапазонів сигналів у телефонній лінії. Абонентові також не треба додзвонюватися до провайдера.

Це сучасніший спосіб підключення до мережі Інтернет. Тут також, як і при Dial - Up підключенні, потрібна наявність модему, правда вже цифрового ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line) і стаціонарного телефону. Окрім того на комп'ютері має бути встановлена мережева карта.

Недоліком цього способу підключення – це відносно висока вартість. Зате переваг значно більше якісна, висока швидкість передачі даних. Основною перевагою технології є доступна ціна разом з високою швидкістю і стабільністю роботи роблять ADSL ідеальним вибором для середньостатистичного користувача.

Підключення через CDMA або GSM модем

Перевагою такого способу підключення є мобільність і незалежність від мобільного телефону. Будь-який CDMA або GSM оператор, який надає послуги Інтернет, пропонує купити модем. Характеристики швидкості і якості передачі даних такі ж, як і при підключенні через мобільний телефон.

Модем GSM є безпроводним модемом, який працює з GSM мережами. Безпроводний модем поводитья як Hayes – сумісний модем. Основна відмінність між стандартним модемом Hayes і модем GSM є те, що Hayes – модем відправляє і отримує дані через фіксовані телефонні лінії, тоді як модем GSM відправляє і отримує дані за допомогою радіохвиль.

Модем CDMA є безпроводним, який працює з CDMA (Carrier Division

Multiple Access) мережами.

## 1.2 Проводове з'єднання

### 1.3.1 З'єднання по виділеній лінії

При такому з'єднанні користувач отримує вільну телефонну лінію, постійний зв'язок з мережею Інтернет, високу якість з'єднання і передачі даних, а також високу швидкість (до 100 Мбіт/с).

Недоліком є те, що вартість установки і налаштування такого з'єднання прямо залежить від відстані комп'ютера до точки підключення провайдера і у будь-якому випадку, досить велика, в порівнянні з іншими способами з'єднання. А при перенесенні комп'ютера в інше місце до нього знову доведеться прокласти кабель.

### 1.3.2 Підключення через кабель

Цей спосіб може бути актуальним у тому випадку, якщо у будинку є оператор кабельного телебачення на Вашому телевізорі налагоджені від тридцяти до ста каналів і немає безпосередньо провайдера послуг Інтернет.

Існують два способи підключення : 1) кабельний модем встановлюється окремо в кожній квартирі; 2) або у будинку, де живе декілька користувачів. Далі прокладається локальна мережа і встановлюється устаткування Ethernet. Майже усі кабельні оператори надають клієнтові право вибрати спосіб підключення.

Переваги: не потрібна наявність телефонної лінії, висока швидкість, можливість переглядати цифрові канали кабельного телебачення.

Недоліки: обмеження можливості підключення із-за місця розташування, в години пікової завантаженості швидкість доступу може знижуватися; спільне користування мережею може привести до проблем з безпекою. Висновки: цей спосіб призначений для приватних користувачів, які підключені до мережі кабельного ТБ, але не підходить для використання у сфері бізнесу.

### 1.3 Безпроводні технології

Завдяки безпроводним маршрутизаторам користувачі мережі Інтернет отримують свободу у виборі місця користування. Можна блукати по Інтернету сидючи в кафе, на вулиці або у будь-кому іншому зручному місці.

Але незважаючи на усі видимі переваги, що дають нам безпроводні мережі, є у них і свої недоліки. До них можна віднести наступні:

- швидкість передачі даних по безпроводній мережі повільніше ніж через звичайний кабель;

- великим недоліком є наявність протоколів кодування. Наприклад, якщо ви користуєтеся безпроводним Інтернетом у громадському місці, то уся ваша інформація доступна третій стороні. Усі дані, включаючи навіть ті, що ви зберігаєте у себе на жорсткому диску ноутбука;

- через те, що кількість користувачів безпроводного доступу з кожним днем стає більше, збільшується і навантаження на канали, по яких передаються дані. З часом, якщо на цю проблему не звернути належної уваги, одні користувачі заважатимуть іншим;

- окрім маршрутизаторів, перевантажувати безпроводні мережі можуть і інші пристрої, такі як радіотелефони, мікрохвильові печі, а також обладнання Bluetooth. Чим більше місто, тим більше можливості перевантаження мереж;

- безпроводні маршрутизатори мають свій діапазон роботи, радіусом від 45 до 90 метрів. Діапазон можна розширити, купивши антену Wi - Fi;

- при постійному використанні каналу передачі даних Wi - Fi, батарея ноутбука швидше розряджатиметься, ніж якби він був підключений через кабель;

- якщо ж ви любите подорожувати, то пам'ятаєте, що в різних країнах є різні канали передачі даних. І в окремих з них ви не зможете використати свій маршрутизатор для доступу в Інтернет або ж необхідно буде отримати спеціальний дозвіл.

У зв'язку зі швидким розвитком стільникового зв'язку в Україні майже у кожної людини є стільниковий телефон. Практично усі провайдери на сьогодні пропонують послугу використання стільникового телефону замість традиційного модему. При цьому для доступу в мережу використовуються вільні канали оператора стільникового зв'язку.

Для користувача таке підключення до мережі Інтернет добре тим, що за підтримки телефоном GPRS з додаткового устаткування потрібно тільки

пристрій для зв'язку мобільного телефону з комп'ютером(USB-кабель, інфрачервоний порт або Bluetooth). Перевагою також є мобільність цього виду з'єднання.

Швидкість передачі даних залежить від оператора стільникового зв'язку і вживаного устаткування, однак в цілому вона невисока – всього в два рази вище за модемну.

Визначним недоліком в першу чергу тут є висока вартість трафіку, що отримується користувачем(0.5-2 грн./Мбайт).

Необхідне устаткування є USB – кабель, інфрачервоний порт та Bluetooth.

Радіодоступ (Wi – Fi, Wi-Max, RadioEthernet )

Радіодоступ – це безпроводний спосіб підключення до мережі Інтернет. У провайдера і абонента встановлюється усе необхідне устаткування(спеціальний радіомодем, антена), за допомогою якого і здійснюється обмін інформацією між користувачем та Інтернетом.

Недоліки радіодоступу полягають в необхідності купівлі дорогого устаткування і високій абонентській платі провайдерів. Якість з'єднання і передачі даних залежить від погоди і видимості базової передавальної станції.

До переваг відносять високу швидкість з'єднання(до 2 Мбіт/с) і мобільність абонента можливість підключити абонентський пристрій до іншого комп'ютера.

Розглянемо найбільш поширені технології радіодоступу.

Wi-Fi є однією з найпоширеніших технологій безпроводного зв'язку. Вона забезпечує доступ до мережі Інтернет без необхідності підключати комп'ютер до кабельної розетки. Wi-Fi є зручним для мобільних користувачів і дозволяє створити бездротову локальну мережу.

WiMAX є іншою технологією безпроводного зв'язку, яка надає ширококутний доступ до мережі. Її стратегія розвитку включає фіксований безпроводний доступ і пізніше розширення на PDA і ноутбуки.

RadioEthernet є технологією ширококутного доступу до мережі Інтернет, яка працює на відстані до 30 км і вимагає прямої видимості між антенами абонентських точок.Wi-Max абсолютно нова технологія безпроводного зв'язку. Wi - Max – це проста і дешева технологія для масового охоплення населення базовими послугами зв'язку.

У цілому, стратегія розвитку технології Wi - MAX передбачає два етапи: спочатку фіксований безпроводний доступ, а потім доступ за допомогою PDA і

ноутбуків.

RadioEthernet – технологія широкосмугового доступу до мережі Інтернет, яка забезпечує швидкість передачі даних від 1 до 11 Мбіт/с і ділиться між усіма активними користувачами. Для роботи RadioEthernet – каналу потрібна пряма видимість між антенами абонентських точок. Радіус дії такої технології складає до 30 км.

Супутниковий Інтернет.

Ще зовсім нещодавно такий спосіб підключення був практично не доступний для звичайних користувачів. Зараз же ситуація міняється. Кількість провайдерів, що надають послуги підключення супутникового Інтернету, збільшується з кожним днем і як наслідок падають ціни на послуги.

Супутниковий Інтернет використовується, коли немає іншої альтернативи підключення. Користувач може знаходитись будь-де: в пустелі, глухій тайзі, на незаселеному острові і супутниковий Інтернет буде працювати.

Супутниковий Інтернет може бути одно напрямленим і двонаправленим. Двонаправлений супутниковий Інтернет(симетричний). При симетричному варіанті доступу до мережі Інтернет через супутникову антену потрібно дороге устаткування (прийомо/передаюча антена) і в цьому випадку тарифні плани розраховані на дуже інтенсивне використання Інтернету. Недоліком є те що якість зв'язку залежить від метеорологічних умов, дороге устаткування. Вартість підключення двостороннього супутникового Інтернету збільшується також і тому, що необхідно оформити ліцензію. Перевагами є висока пропускна спроможність каналу, незалежність від місцевих провайдерів. Висновок: супутниковий Інтернет може використовуватися великими підприємствами, провайдерами, організаціями територіально віддаленими від наземних мереж. Цей варіант підключення, набагато зручніший, але коштуватиме набагато дорожче. Тому він є прерогативою корпоративних клієнтів.

Однонаправлений супутниковий Інтернет (асиметричний). Це такий спосіб доступу до супутникового Інтернету коли трафік користувачів, що входить, перевищує витікаючий у 3-10 разів. Враховуючи цей факт, варіант із застосуванням супутникової антени і наземних каналів(Dial - up, GPRS) може виявитися непоганим варіантом. Недоліки: потрібно наявність додаткового Інтернет-з'єднання для можливості передачі даних в мережу; складне налаштування; якість зв'язку залежить від погодних умов; затримки між відправкою сигналу, що управляє, можуть досягати значних величин. Переваги: устаткування дешевше, ніж для двонаправленого супутникового Інтернету;

висока пропускна спроможність, відносна мобільність(супутникову антену можна переставити), можливість додатково приймати супутникові телевізійні канали, ціна трафіку відносно не висока. Висновок: цей спосіб може використовуватися приватними особами і організаціями, якщо постійний доступ не обов'язковий, а наземні лінії не влаштовують із-за низької швидкості.

Для підключення супутникового Інтернету потрібне таке устаткування: супутникова антена, супутниковий модем і конвектор для перетворення сигналу.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ВЗАЄМОДІЯ ОПТОВОЛОКОННИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ ДО МЕРЕЖІ ETHERNET

### 2.1 Волоконно-оптичні лінії зв'язку

Оптичне волокно дійсно є високоефективним середовищем передачі інформації через світлові сигнали. Основні переваги волоконно-оптичного зв'язку включають:

– Висока пропускна спроможність. Волоконні лінії зв'язку здатні передавати великі обсяги даних на великі відстані. Швидкість передачі інформації в оптичному волокні може досягати декількох Терабіт/с, що дозволяє передавати великі потоки даних.

– Мале загасання сигналу. Оптичне волокно має дуже мале загасання світлового сигналу при передачі, що дозволяє будувати довгі лінії зв'язку без потреби в регенерації сигналів. Це робить його ефективним для передачі даних на значні відстані без втрати якості сигналу.

– Бідирекціональна передача: Одне волокно може передавати інформацію в обох напрямках, оскільки світлові хвилі можуть поширюватися незалежно одна від одної. Це дозволяє подвоїти пропускну спроможність оптичного каналу зв'язку.

– Висока щільність передаваної інформації. Волоконні лінії зв'язку можуть передавати велику кількість даних на одну одиницю довжини, що робить їх ефективними для передачі великого обсягу інформації на обмеженій території

Основна вигода полягає у тому, що волоконно-оптичні лінії зв'язку забезпечують гальванічну розв'язку між сегментами, тобто вони не проводять електричний струм. Це забезпечує високий рівень стійкості до електромагнітних перешкод і нелегкість підслуховування незаконними засобами. Також важливо відзначити, що системи зв'язку на основі оптичних волокон можуть бути захищені від несанкціонованого доступу і моніторингу цілісності лінії.

Щодо прихованої передачі інформації, ви правильно вказали, що фазова модуляція може бути використана для прихованої передачі. При такому підході сигнал модулюється зміною фази замість амплітуди. Це може зробити перехоплення амплітудним приймачем неефективним, оскільки він реєструє лише сигнал постійної інтенсивності. Однак, варто зазначити, що такі методи прихованої передачі інформації є складними в реалізації і вимагають спеціалізованого обладнання.

Важливо розуміти, що будь-які системи можуть мати свої обмеження і уразливості, і розробка нових методів підслуховування або обхід захисту можлива в майбутньому. Тому постійне вдосконалення систем безпеки та моніторингу є важливими аспектами розвитку волоконно-оптичного зв'язку

Довговічність є важливою властивістю оптичного волокна. Час життя волокна перевищує 25 років, що дозволяє прокласти оптичний кабель один раз і нарощувати його пропускну спроможність шляхом заміни елементів передачі. Це економічно вигідно, оскільки не потрібно проводити повторне прокладання кабелю.

Недоліки, , також мають своє місце. Оптичні системи зв'язку вимагають високонадійних активних елементів для перетворення сигналів між електричним і оптичним виглядом. Також необхідні оптичні конвектори з малими втратами сигналу. Точність виготовлення таких компонентів має бути дуже високою, що призводить до високих витрат на їх виробництво.

Крім того, монтаж оптичних волокон вимагає дорогого технологічного устаткування, і витрати на відновлення оптичного кабелю при аваріях можуть бути вищими, ніж у випадку мідних кабелів.

Проте, переваги використання оптичних волоконних систем зв'язку значно переважають, і тому вони все більше застосовуються для передачі інформації. Є багато підприємств у світі, які займаються виробництвом компонентів оптичних ліній зв'язку, зокрема оптичного волокна. Слід відзначити, що американські фірми, наприклад "CORNING", мають вплив на цей ринок завдяки високій концентрації патентів і ліцензійних угод з іншими компаніями.

Важливим компонентом оптичних волоконних систем є саме оптичне волокно. Є два види волокна - одномодове і багатомодове, які мають різні характеристики заломлення світла. Обидва типи волокна характеризуються параметрами загасання і дисперсії

Загасання вимірюється в дБ/км і є результатом втрат на поглинання і розсіяння в оптичному волокні. Втрати на поглинання пов'язані з чистотою матеріалу, а втрати на розсіяння залежать від неоднорідностей показника заломлення. Загасання також залежить від довжини хвилі випромінювання, яке вводиться у волокно. Наразі передача сигналів по волокну відбувається у трьох діапазонах: 0.85 мкм, 1.3 мкм, 1.55 мкм, оскільки саме в цих діапазонах кварц має підвищену прозорість.

Ще одним важливим параметром оптичного волокна є дисперсія. Дисперсія відноситься до розсіяння в часі спектральних і модових складових оптичного сигналу. Існує три типи дисперсії: модова, матеріальна і хвилеводна. Модова дисперсія властива багатомодовому волокну і обумовлена наявністю багатьох мод. Матеріальна дисперсія пов'язана з залежністю показника заломлення від довжини хвилі. Хвилеводна дисперсія обумовлена процесами всередині моди і характеризується залежністю швидкості поширення моди від довжини хвилі. Оскільки світлодіод або лазер випромінюють спектр довжин хвиль, дисперсія призводить до розширення імпульсів при поширенні по волокну, що спотворює сигнали. При оцінці використовується поняття "смуга пропускання", яка відповідає зворотному значенню розширення імпульсу при його проходженні відстань один кілометр в оптичному волокну. Смуга пропускання вимірюється у МГц/км. З визначення смуги пропускання стає зрозуміло, що дисперсія накладає обмеження на швидкість передачі сигналів по волоконно-оптичній лінії зв'язку, на дальність передачі і на верхню частоту передаваних сигналів.

При поширенні світла по багатомодовому волокну переважає модова дисперсія, тоді як в одномодовому волокну вона не має значного впливу. У одномодовому волокну матеріальна і хвилеводна дисперсії компенсують один одного на довжині хвилі 1.3 мкм, що забезпечує кращу пропускну спроможність.

Загасання і дисперсія дійсно різні для різних типів оптичних волокон. Одномодові волокна мають кращі характеристики щодо загасання і смуги пропускання, оскільки вони дозволяють поширення тільки одного променя. Однак, одномодові джерела випромінювання коштують значно більше, ніж багатомодові. Уведення випромінювання в одномодове волокно ускладнене через малі розміри сердцевини світловоду. Це також ускладнює з'єднання одномодових волокон з малими втратами. З'єднання одномодових кабелів з оптичними роз'ємами також коштує дорожче.

Багатомодові волокна зручніші при монтажі, оскільки вони мають більші розміри сердцевини світловоду у порівнянні з одномодовими волокнами. З'єднання багатомодового кабелю з оптичними роз'ємами здійснюється легше з меншими втратами (до 0.3 dB). Випромінювачі, що працюють на довжині хвилі 0.85 мкм, призначені для використання з багатомодовим волокном, доступні та відносно дешеві. Однак, загасання на цій довжині хвилі у багатомодових волокнах зазвичай становить 3-4 дБ/км і не може бути суттєво покращене. Смуга пропускання багатомодових волокон досягає 800 МГц\*км, що прийнятно для локальних мереж зв'язку, але не є достатньою для магістральних ліній

Наразі існує багато виробників оптичних кабелів різного призначення. Деякі з найбільш відомих компаній-виробників оптичних кабелів включають AT&T, General Cable Company (США), Siecog (ФРН), BICC Cable (Великобританія), Les câbles de Lion (Франція), Nokia (Фінляндія), NTT, Sumitomo (Японія), Pirelli (Італія).

При виробництві оптичних кабелів важливими параметрами є умови експлуатації та пропускна спроможність лінії зв'язку. Кабелі класифікуються на такі типи залежно від умов експлуатації:

– Монтажні кабелі і станційні кабелі. Ці кабелі призначені для прокладання всередині будівель та споруд. Вони компактні, легкі і зазвичай мають невелику будівельну довжину.

– Зонові та магістральні кабелі. Ці кабелі призначені для прокладання в колодязях кабельних комунікацій, у ґрунті, на опорах ліній електропередачі, під водою. Вони мають захист від зовнішніх впливів і будівельну довжину більше двох кілометрів.

З метою забезпечення великої пропускної спроможності, лінії зв'язку будуються на оптичних кабелях, що містять невелику кількість одномодових волокон з низькими втратами. Кабелі для розподільних мереж можуть містити до 144 волокон, як одномодових, так і багатомодових, залежно від відстаней між сегментами мережі.

При виготовленні оптичних кабелів застосовуються два основних підходи:

– Конструкції з вільним переміщенням елементів. Цей тип кабелів має гнучкий дизайн, що дозволяє елементам кабелю вільно переміщатись всередині оболонки. Він дозволяє компенсувати температурні та механічні деформації.

– Конструкції з жорстким зв'язком між елементами. У цьому типі кабелів елементи кабелю мають жорстке кріплення один до одного, що забезпечує стійкість кабелю до зовнішніх впливів.

Окремий клас оптичних кабелів складають кабелі, які вбудовані в грозотроси.

Після прокладання оптичного кабелю необхідно з'єднати його з прийомо-передавальною апаратурою. Це можна зробити за допомогою оптичних коннекторів (з'єднувачів).

У системах зв'язку використовуються різні типи коннекторів, але розглянемо основні типи, які набули найбільшої популярності:

– SC-коннектори. Це один з найпоширеніших типів коннекторів, який має круглий корпус і затискний механізм. Він легко встановлюється та знімається, є надійним і має низьку втрату втрат сигналу.

– LC-коннектори. Це компактні коннектори з малим формфактором, які часто використовуються у високопропускних системах. Вони мають затискний механізм і забезпечують низькі втрати сигналу.

– ST-коннектори. Ці коннектори мають циліндричну форму і використовуються головним чином у старших системах зв'язку. Вони прості у використанні та мають досить низькі втрати сигналу.

– FC-коннектори. Ці коннектори мають внутрішнє кільце для фіксації затискування. Вони забезпечують надійне з'єднання, але вимагають більше місця для установки. Характеристики коннекторів представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики оптичних коннекторів

Тип роз'єму	ЛВ С	Телекомунікації	Кабель ТБ	Виміре. апаратура	Дуплексні системи зв'язку	Фіксація
FC/PC	+	+	+			різьблення
ST	+	+				BNC
SMA	+			+		різьблення
SC	+	+	+	+		Push - Pull
FDDI(MIC)	+				+	Push - Pull

Фіксація "Push-Pull" є одним з методів фіксації оптичних коннекторів. Вона забезпечує просте і швидке підключення коннектора до роз'єму за допомогою клямки-фіксатора. При цьому не потрібно обертати накидну гайку, що робить процес з'єднання більш зручним і швидким.

Основна перевага роз'ємів з фіксацією Push-Pull полягає у їх високій щільності монтажу на розподільних і кросових панелях. Такі коннектори займають мало місця і дозволяють ефективно використовувати обмежену площу панелі. Крім того, вони забезпечують зручність підключення, оскільки для встановлення або від'єднання коннектора не потрібно виконувати додаткові операції з накидною гайкою.

Роз'єми з фіксацією Push-Pull широко використовуються у різних системах зв'язку, де важливі швидкість монтажу, зручність експлуатації і висока щільність розміщення коннекторів

## 2.2 Перехід мереж доступу на оптичні технології

Мережі доступу є динамічним сегментом телекомунікаційної галузі і мають великий потенціал розвитку. Оптичні технології стають основним рішенням для широкосмугового фіксованого доступу, оскільки вони забезпечують значно вищі швидкості передачі даних порівняно з традиційними мідними кабелями.

Застосування оптичних рішень на мережах доступу має кілька переваг.

По-перше, вартість будівництва оптичних мереж може бути економічно вигіднішою, особливо при новому будівництві, порівняно з технологією xDSL на основі мідних кабелів. Оптичний кабель може забезпечити більшу пропускну здатність і використовуватись для передачі високошвидкісних потоків даних до абонента.

По-друге, оптичні технології постійно розвиваються і стають доступнішими. За допомогою сучасних оптичних технологій вже можливо досягти швидкостей передачі даних до абонента на рівні 1 Гбіт/с. Крім того, застосування технологій хвильового мультиплексування дозволяє передавати кілька потоків на окремих оптичних несучих, забезпечуючи ще більшу пропускну здатність.

Загалом, застосування оптичних рішень на мережах доступу є перспективним та фінансово привабливим вибором, оскільки вони забезпечують широкосмуговий фіксований доступ і задовольняють високі вимоги користувачів. Розвиток оптичних технологій продовжується, що сприяє зростанню швидкостей передачі даних і поліпшенню якості мереж доступу.

## 2.3 Архітектура та технології побудови ОМД

Реалізація оптичної мережі доступу (FTTx) може варіюватись залежно від потреб та умов розгортання.

FTTN (Fiber to the Node) використовує волоконний кабель до вузла мережі, а потім використовує існуючу мідну інфраструктуру для підключення до

користувачів. Цей варіант є бюджетним і швидким рішенням, але може мати обмеження щодо швидкості та якості послуг.

FTTC (Fiber to the Curb) використовує волоконний кабель до мікрорайону або групи будинків. Цей варіант дозволяє операторам збільшити кількість обслуговуваних користувачів і покращити пропускну здатність, використовуючи існуючі технології xDSL або PON.

FTTB (Fiber to the Building) використовує волоконний кабель до будівлі. Це поширений варіант для Ethernet-мереж і має низькі операційні витрати та високу пропускну здатність.

FTTH (Fiber to the Home) є найбільш перспективним варіантом, оскільки використовує волоконний кабель безпосередньо до житлових приміщень. Він може забезпечити найвищу пропускну здатність і якість послуг, але може бути витратним у будівельних роботах.

Вибір певної архітектури FTTx залежить від різних факторів, таких як щільність населення, тип будівель, платоспроможність замовника і т. д. У багатоповерхових житлових будинках FTTB може бути доцільним варіантом, тоді як FTTH може бути більш підходящим для приватної забудови або офісів.

Оптичні мережі доступу мають багато переваг у порівнянні з традиційними медіа, такими як висока швидкість передачі даних, більша пропускну здатність і менші перешкоди на відстані. Вони дозволяють підтримувати зростаючі потреби у високошвидкісному Інтернеті та передачі даних, що вимагають великої пропускну здатності.



Рисунок 2.1 – Архітектури FTTx

## 2.4 Опис мережі FTTH

Архітектура мережі FTTH (Fiber to the Home) заснована на основі волоконно-оптичної мережі доступу. У цій архітектурі волоконний кабель прокладається безпосередньо до житлових будинків або квартир, що дозволяє забезпечити високу швидкість передачі даних та якість послуг.

Мережевий вузол (АТС, агрегаційний вузол або POP) є центральною точкою мережі, куди підключаються волоконні кабелі з різних житлових будинків. Він містить активне обладнання, таке як оптичні мультиплексори, комутатори та інші пристрої, які забезпечують передачу даних до кінцевих користувачів.

У великих містах або областях мережеві вузли FTTH зазвичай підключаються до єдиної волоконно-оптичної транспортної мережі. Це дозволяє об'єднувати різні мережеві вузли і забезпечує більшу гнучкість та ефективність в управлінні мережею.

Мережі FTTH є одними з найпотужніших та надійних мереж доступу, оскільки вони забезпечують високу швидкість передачі даних, мінімальні втрати сигналу та низьке спотворення. Вони дозволяють користувачам насолоджуватися високоякісними послугами, такими як швидкісний Інтернет, відео стрімінг, IP-телефонія та інші. До мережі доступу можуть бути підключені:

- Фіксована бездротова антенна мережа, наприклад, бездротова LAN або WiMAX;
- Базові станції мобільного зв'язку;
- Кінцеві користувачі, які живуть у приватних або багатоквартирних будинках;
- Великі будівлі (школи, лікарні, бізнес центри);
- Охоронне обладнання (камери спостереження, пристрої охоронної сигналізації).

## 2.5 Місце розгортання мережі FTTH

Задача підключення кінцевого користувача по волокну може потребувати наявності волоконно-оптичної інфраструктури, розташованої в місцях загального або приватного користування.

Фізичне середовище розгортання мережі FTTH може бути розділена на:

- Місто, або мікрорайон міста;
- Котеджне містечко;

– Сільська місцевість;

– Типи будівель і населеність - приватні або багатоквартирні будинки.

Необхідно враховувати, що фізичне середовище розгортання мережі залежить не тільки від різноманітної щільності забудови (на км<sup>2</sup>), але і від специфічних умов (типів) забудови. Саме ці типи забудови є ключовим фактором вибору архітектури мережі. Визначено такі типи забудови:

– Greenfield – новобудови, де розгортання мережі відбуватиметься одночасно з будівництвом будинків;

– Browfield – будівлі вже побудовані, але мають застарілу кабельну інфраструктуру;

– Overbuild – будівлі вже побудовані і мають сучасну кабельну інфраструктуру.

При проектуванні і будівництві мереж FTTH важливо розуміти взаємини між власниками мереж і операторами, щоб уникнути виникнення будь-яких конфліктів через функціональні або економічні вимоги.

## 2.6 Оптичне волокно для мережі FTTH

Оптичне волокно є так званим «каналом для передачі світлового сигналу», що дозволяє транспортувати імпульси лазерного випромінювання, що генеруються лазером або іншими оптичними джерелами випромінювання, до оптичного приймача.

Конструктивно оптичне волокно складається з серцевини, оболонки і зовнішнього покриття. Серцевина – це світлопередаюча частина волокна, тобто серцевина є так званим оптичним каналом, через який поширюється світлове випромінювання.

Оболонка забезпечує відображення світла в серцевину волокна таким чином, щоб світлові хвилі поширювалися тільки по серцевині волокна і не йшли за його межі. Захисна оболонка забезпечує механічну міцність волокна. Такі буферні оболонки зазвичай бувають багатошаровими, виготовляються з полімерних матеріалів і мають діаметр від 250 до 900 мкм. Діаметр серцевини оптичного волокна може мати різні значення в залежності від типу волокна. Існує велика кількість параметрів, що характеризують передачу оптичного сигналу в волокні. Два основних параметри - це загасання і дисперсія.

Загасання – це зменшення інтенсивності світлового променя (сигналу) в залежності від відстані при його проходженні через серцевину волокна. Загасання

сигналу в волоконній оптиці зазвичай вимірюють в одиницях дБ, а загасання сигналу в оптичному волокні - в дБ/км. Загасання - важливий фактор, що обмежує передачу цифрового сигналу на великі відстані. Основне ослаблення випромінювання в оптичних системах викликано розсіюванням, поглинанням і відбиттям в місцях з'єднання волокна і в самому волокні.

Дисперсія – це розсіювання в часі спектральних і хвильових (модових) складових оптичного сигналу. Існують три типи дисперсії: міжмодова, хроматична і матеріальна. З огляду на те, що практично неможливо гарантувати ідеальне проходження світлового випромінювання строго по витягнутій лінії, часто створюється така ситуація, що імпульс містить кілька хвиль (мод), які приходять до приймача не одночасно, а з деяким інтервалом часу. Ті моди, які проходять прямолінійно, швидше добираються до кінця волокна, інші - зигзагоподібно і, отже, трохи запізнюються. Цей часовий діапазон проходження різних хвиль або мод одного випромінювання називається міжмодовою дисперсією.

Для побудови мереж FTTH використовуються переважно одномодові оптичні волокна стандарту ITU-T G.652. Одномодове волокно має менший діаметр ядра порівняно з багатомодовим волокном, що дозволяє передавати сигнал на великі відстані з меншими втратами сигналу і меншими спотвореннями.

Однак, з появою мереж FTTH і зростанням потреб у гнучкості мереж, з'явилися нові стандарти оптичних волокон, зокрема ITU-T G.657. Ці стандарти визначають волокна, які не чутливі до мікрозгину і мають покращені характеристики вигину. Вони дозволяють встановлювати волоконно-оптичні лінії вузькими просторами, забезпечуючи збереження якості сигналу.

Оптичне волокно стандарту ITU-T G.657 є більш універсальним вибором для мереж FTTH, оскільки воно забезпечує кращу гнучкість та зменшення втрат сигналу під час укладання волоконних кабелів у вузьких просторах або при виконанні мікрозгину. Це робить його особливо підходящим для використання в мережах FTTH, де прокладання кабелів може бути більш складним і потребує гнучкості волокна.

Вибір типу волокна для мережі FTTH залежить від вищезазначених факторів, таких як архітектура мережі, розмір мережі, сумісність з існуючими волокнами та очікуваний термін експлуатації. Крім того, вибір може залежати від вимог щодо швидкості передачі даних, витрати на обладнання та інші технічні та економічні фактори

## 2.7 Архітектура мережі FTTH

Два найпоширеніших способи організації мережі доступу FTTH включають:

– PON (Passive Optical Network) - «точка-багато точок» рис 2.2 а. У PON топології використовується пасивна оптична мережа, яка передає сигнал від центрального вузла (OLT - Optical Line Terminal) до кінцевих користувачів за допомогою оптичного розподільчого пристрою (ODN - Optical Distribution Network), відомого як оптичний розподільчий пристрій (ODP - Optical Distribution Point). ОПП розгалужується на кілька оптичних трас, які обслуговують кінцеві користувачі. Кожен кінцевий користувач має власний оптичний приймач, що розташований у приміщенні абонента. PON забезпечує оптимальне використання оптичного волокна, оскільки сигнал розповсюджується по всій мережі і ділиться між користувачами.

– Технологія Ethernet - «точка-точка» рис. 2.2 б) В цьому підході кожен абонент безпосередньо підключений до центрального комутатора (Switch) або маршрутизатора (Router) за допомогою окремого волоконного кабелю. Кожен користувач має власне волоконно-оптичне підключення, що надає високу пропускну здатність та незалежність від інших користувачів. Технологія Ethernet зазвичай використовується в менших масштабах або в ситуаціях, коли потрібна пряма точка-точка зв'язок між абонентом і мережею.



Рисунок 2.2 – а) Пасивна оптична мережа б) Активний Ethernet

В топології "точка-точка" використовуються активні мережеві пристрої для розподілу оптичного сигналу, такі як комутатори, маршрутизатори або мультиплектори. Ці пристрої направляють трафік безпосередньо до відповідного користувача, якому він адресований, імітуючи "точка-точка" оптичне з'єднання. Ця

технологія, що базується на протоколі Ethernet, називається "активним оптичним Ethernet" або "активним Ethernet". У такій топології також можуть використовуватись пасивні оптичні розгалужувачі (сплітери) в точці доступу для включення технології PON.

У топології "точка-багато точок" (PON) для розподілу оптичного сигналу використовується пасивне обладнання, зокрема сплітери. Ця технологія дозволяє підключити до 128 абонентів за допомогою лише одного оптичного волокна. PON стає все більш популярною в сучасних оптичних мережах доступу завдяки ефективному використанню оптичного волокна і можливості обслуговувати багато користувачів.

Обидва підходи мають свої переваги і використовуються в залежності від потреб і вимог конкретної мережі. Технологія "точка-багато точок" (PON) зазвичай застосовується в більших мережах, де необхідно обслуговувати велику кількість абонентів, тоді як топологія "точка-точка" (активний Ethernet) може бути більш підходящою для менших масштабів і вимог до пропускної здатності.

## 2.8 Ethernet FTTH (P2P)

Ethernet FTTH (Fiber to the Home) зазвичай означає розгортання Ethernet-мережі зі структурою "точка-точка" (P2P) для підключення оптичного волокна безпосередньо до домогосподарств або користувачів у резиденційних районах. Це означає, що кожен абонент має окреме оптоволоконне з'єднання до мережевого вузла.

У розгортанні Ethernet FTTH (P2P), комутатори зазвичай розташовані на мережевих вузлах, таких як металеві шафи або контрольні пункти, які знаходяться в непосредствених близькості до резиденційних будинків. Кожне оптоволоконно підключається до відповідного комутатора на мережевому вузлі, і це забезпечує безпосереднє з'єднання між абонентом і мережею.

Ethernet FTTH (P2P) надає високу пропускну здатність та швидкість передачі даних для кожного окремого користувача. Кожне оптоволоконне з'єднання може підтримувати високу швидкість передачі даних, таку як Gigabit Ethernet або навіть 10 Gigabit Ethernet, забезпечуючи користувачам широкі можливості для передачі і отримання великих обсягів інформації.

Ethernet FTTH (P2P) є одним зі широко використовуваних підходів до розгортання оптичних мереж доступу. Він забезпечує високу якість зв'язку та велику швидкість для кінцевих користувачів і використовує стандартні Ethernet-

технології, що дозволяють легко інтегрувати різноманітні мережеві пристрої та послуги.

Архітектура Ethernet FTTH (P2P) має свої переваги та недоліки порівняно з пасивною оптичною мережею (PON). Давайте розглянемо недоліки Ethernet FTTH (P2P), які ви згадали:

– Велика витрата оптоволоконного кабелю. У мережах Ethernet FTTH (P2P) для кожного абонента потрібне окреме оптоволоконне з'єднання від точки присутності. Це може вимагати використання оптоволоконних кабелів великої ємності, особливо якщо мова йде про великі резиденційні райони. В порівнянні з цим, у пасивній оптичній мережі (PON) може бути використане одне оптоволоконне з'єднання для обслуговування кількох абонентів, що дозволяє зменшити витрати на оптоволоконний кабель.

– Потреба в майданчиках для розміщення обладнання в точках присутності. У мережах Ethernet FTTH (P2P) кожному абоненту надається виділений оптичний інтерфейс, що вимагає наявності майданчиків для розміщення комутаторів або іншого мережевого обладнання біля резиденційних будинків або в непосредствіній близькості до них. Це може створювати виклики з точки зору розміщення і обслуговування обладнання, особливо при наявності великої кількості абонентів.

– Результат обриву кабелю. У випадку обриву оптоволоконного кабелю в мережі Ethernet FTTH (P2P), який передає велику кількість ліній, може знадобитися значно більше часу для відновлення порівняно з кабелем у пасивній оптичній мережі (PON). Оскільки кожне оптоволоконне з'єднання є окремим, відновлення багатьох ліній вимагатиме більшої роботи і часу.

Варто враховувати, що вибір між архітектурою Ethernet FTTH (P2P) та PON залежить від різних факторів, таких як вимоги до пропускної здатності, гнучкість, вартість та специфічні потреби оператора мережі. Кожна з цих архітектур має свої переваги і недоліки, і їх вибір зазвичай залежить від конкретної ситуації та вимог проекту

### 3 ПОБУДОВА СИСТЕМИ НАДАННЯ ПОСЛУГИ ІНТЕРНЕТ З ВИКОРИСТАННЯ ЛОМ В ЖИТЛОВОМУ МІКРОРАЙОНІ

#### 3.1 Вибір мікрорайону міста та технології побудови мережі FTTH

Для побудови оптичної мережі обрано територію Сихівського житлового мікрорайону м. Львова.

Основою Львова є найбільший у місті Сихівський житловий масив, тож не дивно, що саме цей район має найбільше у місті населення з-поміж шести інших районів.

Сихівський житловий масив має всі передумови для успішної реалізації оптичної мережі, зокрема Ethernet FTTH (P2P). Висока щільність населення, багатоповерхова забудова та розвинена інфраструктура створюють сприятливі умови для розгортання широкопasmового доступу до Інтернету в цьому районі.

Розвинута торговельна мережа також вказує на наявність різноманітних користувачів, які мають різні потреби щодо доступу до мережі. Це означає, що будуть попит на різні види послуг, включаючи як економічно доступні, так і преміум-послуги.

Враховуючи ці фактори, побудова оптичної мережі Ethernet FTTH (P2P) у Сихівському житловому масиві м. Львова може бути вигідною і задовольняти потреби населення цього району. Пропускна здатність цієї архітектури дозволить забезпечити високу швидкість передачі даних та гнучкість для майбутнього розширення мережі



Рисунок 3.1 – Карта Сихівського мікрорайону міста Львов

Зазвичай, єдиний можливий спосіб прокладання розподільчого кабелю в сільських районах – це його підвіс на існуючі опори ліній електропередачі. При виборі технології побудови мережі FTTH слід враховувати, що використання багатоволоконних кабелів на опорах ЛЕП – не доцільне.

Активна мережа FTTH вимагає використання оптоволоконних кабелів великої ємності вже на виході з точки присутності, на відмінно від пасивної оптичної мережі в яких для надання послуг великій кількості абонентів потрібно лише 1 волокно. Проаналізувавши переваги та недоліки пасивних оптичних мереж, у якості технології побудови мережі FTTH було обрано технологію PON.

Оскільки район проектування сільська місцевість з незначною кількістю мешканців, пасивна мережа буде розгорнута на обладнанні стандартів GPON.

### 3.2 Опис проєктованого мікрорайону

На території мікрорайону, за адресою вул. Олександра Довженка, розташована АТС, яка може бути майданчиком для розташування активного обладнання PON.

У проєктованій мережі PON загальна кількість довжини траси, що прокладається складає 4655 метрів. Отже, з урахуванням запасу кабелю 5%, знадобиться 4888 метрів оптичного кабелю. З них ВОК 8 потрібно 1606 метрів, ВОК 4 – 3283 метри. Точкою розподілу волокон, у якій волокна розподільчих кабелів поділяються та зрощуються з індивідуальними волокнами кабелів абонентської розводки, було обрано оптичні бокси для зовнішнього встановлення. Загальна кількість ОБ – 24.

Для встановлення сплітерів першого каскаду з коефіцієнтом ділення 1:8 було обрано ОБ № 8, №13, №18. Таке розташування сплітерів першого каскаду дозволить раціонально використовувати оптичні волокна кабелів.

### 3.3 Оптичний бюджет проєктованої мережі PON

#### 3.3.1 Особливості розрахунку оптичного бюджету

Для того, щоб правильно побудувати дерево PON, необхідно враховувати, в першу чергу, оптичні втрати, що вноситься пасивним обладнанням. Оптичний бюджет ВОЛЗ, або орієнтовне загасання оптичної лінії – це прогнозована сума втрат оптичного сигналу на всіх компонентах ВОЛЗ від проєктованого OLT до максимально віддаленого абонента (ONU).

Оптичний бюджет ВОЛЗ розраховується в основному на етапі проєктування лінії і підбору каналоутворюючого обладнання.

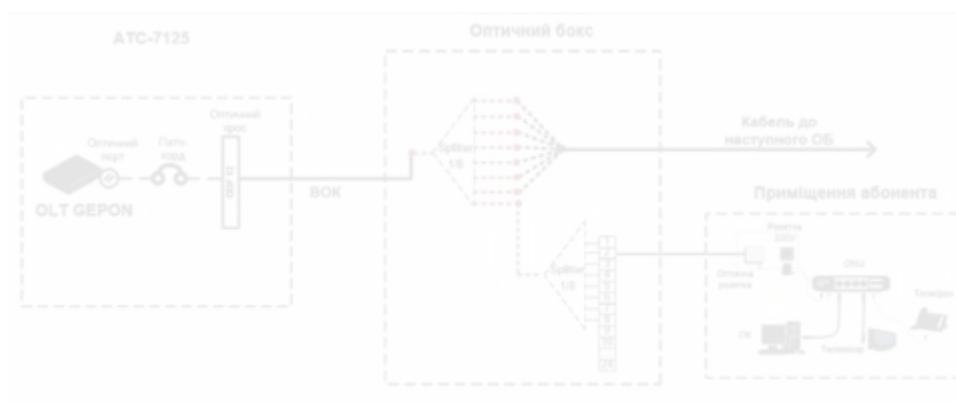


Рисунок 3.2 – Схема підключення абонента

Для розрахунку згасання та втрат в мережі PON потрібно враховувати різні джерела втрат, які ви перелічили. Для більш точних обчислень рекомендується використовувати спеціалізовані програми або онлайн-калькулятори, які дозволяють врахувати різні параметри та фактори втрат.

Основні джерела втрат, які потрібно враховувати при розрахунку згасання в мережі PON:

а) Загасання в оптичному кабелі. Втрати в оптичному кабелі залежать від його довжини та коефіцієнта загасання ОБ на певній довжині хвилі. Ці втрати включають власні втрати (втрати на розсіювання і поглинання в матеріалі волокна) і додаткові втрати (наприклад, кабельні втрати). Загасання в оптичному кабелі повинно бути враховане при розрахунку витрат на кожен ділянку мережі.

б) Втрати в зварних з'єднаннях. Зварні з'єднання мають свою втрату, яка зазвичай становить приблизно 0,05 дБ на з'єднання. Кількість зварних з'єднань впливає на загальну втрату в мережі.

в) Втрати в роз'ємних з'єднаннях. Роз'ємні з'єднання також мають свою втрату, яка приблизно складає 0,5 дБ на з'єднання. Кількість роз'ємних з'єднань також впливає на загальну втрату в мережі.

г) Втрати в сплітерах (розгалужувачах). Величина втрат в сплітерах залежить від їх коефіцієнта розгалуження. Точні значення втрат можна знайти у технічних характеристиках сплітера.

д) Кабельні втрати. Кабельні втрати можуть виникати в результаті деформації і вигинів волокон при виробництві кабелю або під час його прокладання. Також до уваги береться запас на старіння оптичних волокон, додаткові вставки і з'єднання при ремонтних роботах. Зазвичай величина запасу на кабельні втрати становить 3 дБ.

Загальні втрати в мережі розраховуються шляхом додавання всіх втрат від кожного джерела. Зважте на ці втрати при розробці проекту побудови мережі PON для забезпечення належної якості зв'язку на всій території.

Таблиця 3.1 – Загасання в сплітерах

Планарні сплітери		Зварні сплітери		
Дільник	Загасання, дБ	Дільник	Загасання на довжині хвилі 1310нм, дБ	Загасання на довжині хвилі 1550нм, дБ
1:2	4,3	50/50	3,17/3,19	3,12/3,17
1:3	6,2	45/55	3,73/2,71	3,73/2,72
1:4	7,4	40/60	4,01/2,34	3,92/2,32
1:6	9,5	35/65	4,56/1,93	4,69/1,96
1:8	10,7	30/70	5,39/1,56	5,53/1,57
1:12	12,5	25/75	6,29/1,42	6,28/1,28
1:16	13,9	20/80	7,11/1,06	7,21/1,06
1:24	16	15/85	8,16/0,76	8,17/0,82
1:32	17,2	10/90	10,08/0,49	10,21/0,60
1:64	21,5	5/95	13,70/0,32	12,83/0,35
1:128	25,5			

Сумарне загасання оптичної лінії всіх компонентів ВОЛЗ становить (формула 3.1):

$$A_{\Sigma} = a \times L_{\Sigma} + A_w \times N_w + A_c \times N_c + A_s, \text{ дБ.} \quad (3.1)$$

Оптичний бюджет потужності (Power Budget) визначається як різниця між вихідною потужністю передавача і чутливістю приймача, і це вказує на максимальну втрату сигналу, яку може витримати мережа без значного погіршення якості зв'язку.

За вказаними даними:

Потужність SFP OLT (передавача): +4 дБм

Чутливість ONU (приймача): -26 дБм

Тоді оптичний бюджет потужності буде рівним:

Оптичний бюджет потужності = Потужність SFP OLT - Чутливість ONU

= 4 дБм - (-26 дБм)

= 4 дБм + 26 дБм

= 30 дБ

Отримане значення 30 дБ відповідає оптичному бюджету потужності. Це означає, що мережа здатна витримати втрати сигналу до 30 дБ без значного погіршення якості зв'язку. Якщо втрати перевищують 30 дБ, рекомендується проводити тестування та відлагодження мережі для забезпечення стабільного зв'язку

Розрахунок бюджету втрат повинен підтвердити, що для кожного ланцюга загальна величина втрат (включаючи запас) не перевищує динамічний діапазон:

$$P \geq A_{\Sigma} + P_{\text{зап.}} \text{ дБ.} \quad (3.2)$$

Експлуатаційний запас необхідно передбачати на випадок пошкоджень в лінійному тракті, погіршення умов передачі і подальшого розвитку мережі. Зазвичай береться запас 3-4 дБ.

### 3.3.2 Розрахунок оптичного бюджету для проектного мікрорайону

У пасивних оптичних мережах (PON) з використанням PLC (Planar Lightwave Circuit) сплітерів сигнал ділиться рівномірно між гілками, і загасання для кожної гілки не потрібно окремо розраховувати. Достатньо провести обчислення для найвіддаленішого кінцевого вузла (ONU), оскільки воно визначає найбільшу втрату сигналу у системі.

Отже, для визначення оптичного бюджету потужності в даному випадку потрібно врахувати загасання сигналу на відстані від OLT до найвіддаленішого ONU.

Таким чином, оптичний бюджет потужності у вашому випадку становить 30 дБ, що відповідає максимальній втраті сигналу, яку може витримати мережа PON без значного погіршення якості зв'язку.

Для проектованої мережі оптичний бюджет становитиме згідно з формули 2.1:

На довжини хвилі 1310 нм:

$$A_{\Sigma} = 0,36 \times 2,53 + 0,05 \times 16 + 0,5 \times 4 + 21,4 = 25,11 \text{ дБ.}$$

На довжини хвилі 1490 нм:

$$A_{\Sigma} = 0,24 \times 2,53 + 0,05 \times 16 + 0,5 \times 4 + 21,4 = 24,807 \text{ дБ.}$$

Оптичний бюджет потужності (динамічний діапазон) розраховується за формулою 3.3:

$$P = A_{tr} - A_{rec}, \text{ дБ} \quad (3.3)$$

$A_{tr}$  – потужність передавача;

$A_{rec}$  – чутливість ONU.

За формулою 2.3 оптичний бюджет потужності:

$$P = 4 - (-26) = 30 \text{ дБ.}$$

Порівняння бюджету потужності зі згасанням в лінії зв'язку згідн (2.2):

$$P \geq A_{\Sigma} + P_{\text{зап}} = 30 \geq 25,11 + 4 \text{ дБ.}$$

З розрахунку можна зробити висновок, що затухання в проектованій PON мережі не перевищує оптичної потужності гарантованої виробниками обладнання PON.

### 3.4 Розподільчий сегмент мережі

#### 3.4.1 Опис, вибір та особливості прокладання ВОЛЗ мережі PON

Розподільні кабелі мають середню ємність і призначені для з'єднання первинної точки розподілу волокон мережі FTTH (FCP) з точкою концентрації абонентів (оптичними боксами). Кабелі можуть прокладатися в каналах кабельної каналізації, безпосередньо в ґрунті або підвішуватися на опорах.

Поширеним способом виконання розподільчої мережі в облаштованому і заселеному селищі є підвіска оптичних кабелів на опорах ліній електропередачі ЛЕП 0,38 кВ і повітряних лініях зв'язку (ПЛЗ). До переваг прокладки ВОЛЗ по опорах можна віднести скорочення термінів будівництва поряд зі зниженням капітальних і експлуатаційних витрат (необхідність відведення земель і погоджень з зацікавленими організаціями відсутня), зменшення масштабів можливих пошкоджень в місцях міської забудови та промзонах, а також незалежність від типів ґрунту. І хоча повітряна прокладка оптичних кабелів істотно простіше підземної, потрібно відзначити і такі недоліки прокладки ВОЛЗ по опорах, як скорочення терміну служби через вплив навколишнього середовища, схильність підвищеним механічним напруженням при несприятливих погодних умовах, а також складності розрахунку при впливі навантажень в різних умовах експлуатації.

З огляду на комплекс таких параметрів, як вартість різних типів кабелів, їх експлуатаційні характеристики, обсягу переданої інформації, перспективи розвитку мережі, відстані від головного комутаційного вузла, обраний діелектричний самонесучий, волоконно-оптичний кабель з одномодовими волокнами. Обраний кабель вітчизняного виробника марки ОКАДт (виробництво «Одесакабель») спеціально призначений для підвішування на опорах ліній електропередачі. Оптичний кабель внутрішньозоновий діелектричний, з бронею з склопластикових прутків.

Задані швидкості, технологія і відстані передачі інформації диктують застосування в якості середовища передачі одномодове волокно. Конструкція волоконно-оптичного кабелю і кількість волокон визначені в залежності від призначення кабелю, цілі використання, умов прокладки, монтажу, і експлуатації, вимог стандартів мережі зв'язку та індивідуальних особливостей застосування.

Конструкція ВОК прийнятого типу (рис.3.4) – повністю діелектрична, стійка до зовнішніх електромагнітних впливів і призначена для монтажу на лініях електропередачі. Повив силових елементів у вигляді високоміцних синтетичних ниток забезпечує гнучкість, малу вагу і діаметр кабелю.

Характеристики кабелю наведені у таблиці 3.2.

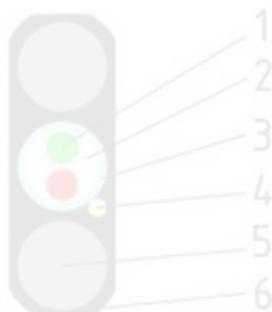


Рисунок 3.4 – Конструкція кабелю ОКАДт

Типова конструкція:

- 1) Оптичне волокно ІТУ-Т G.652 D.
- 2) Тиксотропний гідрофобний заповнювач.
- 3) Центральна трубка.
- 4) Шнур ріжучий.
- 5) Силовий елемент – два склопластикових прутки, розташованих по довжньому.
- 6) Зовнішня оболонка – поліетилен середнього тиску.

Таблиця 3.2 – Характеристика кабелю ОКАДт

Характеристика	Марка кабелю ОКАДт-	
	Д(1,5)П-4Е1	Д(1,5)П-8Е1
Тип ОВ	ІТУ-Т G.652 D	
Кількість ОВ в кабелі, шт	4	8
Діаметр кабелю, мм	6,7x3,1(±0,5)	7,2x3,6(±0,5)
Діапазон допустимих температур при монтажі, °C	Мінімальна температура -40 Максимальна температура +60	
Допустиме розтягуюче навантаження, кН	1,5	1,5
Допустиме роздавлююче зусилля, Н/100 мм	1000	1000
Маса кабелю, кг/км	25	30
Максимальний радіус вигину, мм	Не менше 20 номінальних діаметрів кабелю	
Коефіцієнт хроматичної дисперсії, пс/(нм*км)	1310 нм - 3,5 1550 нм - 20	
	1310 нм – 0,36 1550 нм – 0,22	

Основними особливостями підвіски оптичних кабелів по опорах ЛЕП є:

– оптичний кабель підвішується на опорі нижче проводів лінії електропередачі на відстані не менше 1 м від них (зазвичай від землі відстань становить 46 м);

– при використанні технології PON по всій трасі досить підвісити одну лінію (нитку) оптичного розподільного кабелю. Відгалуження кабелів абонентської проводки виконують з однієї муфти (боксу) не більше ніж на 4-8 житлових будинків. Розміщувати муфти (бокси) на опорах біля кожного будинку недоцільно;

– в якості пристрою кріплення кабелів на опорі застосовують траверси або кронштейни. Для укладання запасу кабелів застосовують хрестоподібний пристрій типу ППМК або спеціальна шафа типу ШРМ. Дані пристрої не повинні заважати виконувати підйом на опори монтажникам електромереж для експлуатації ліній електропередачі;

– для забезпечення електробезпеки і виключення необхідності виконання заземлення, в якості кабелів розподільчої мережі та абонентської проводки, як правило, використовують повністю діелектричні оптичні кабелі (самонесучі або несучі з діелектричним тросом);

– збереження цілості зовнішньої оболонки кабелю. Необхідно запобігати пошкодженню зовнішньої оболонки під час монтажу та прокладання кабелю. Це важливо для забезпечення захисту волоконно-оптичного ядра від зовнішніх впливів.

– забезпечення правильного радіуса вигину. Мінімальний радіус вигину волоконно-оптичного кабелю повинен бути не менше 150 мм. При прокладанні кабелю слід дотримуватись цієї вимоги, щоб уникнути пошкодження волокон.

– рівномірне докладання тягучого зусилля. Під час прокладання кабелю необхідно рівномірно тягнути його без ривків. Це допоможе запобігти пошкодженню кабелю та зберегти його цілісність.

– Заборона закріплення кабелю до певних конструкцій. Кабель не повинен бути закріплений до труб газової вентиляції та димовидалення. Також не слід порушувати герметичність покрівлі будівлі.

– Уникання зіткнень з іншими лініями зв'язку та конструкціями. Кабель повинен бути укладений таким чином, щоб не торкатися інших кабельних і дротяних ліній зв'язку, конструкцій даху та огорожень. Якщо зіткнення не можна уникнути, то слід захистити зіткнення за допомогою металорукава або металевої трубки.

– Обмеження провису кабелю. Провис кабелю повинен бути не більше 1,2 м на 50 м прольоту. Це важливо для забезпечення належного натягу кабелю та запобігання непотрібному провису.

– Тестування кабельних сегментів. Перед введенням кабелю в експлуатацію слід провести тестування кабельних сегментів за допомогою спеціалізованих вимірювальних приладів, які відповідають вимогам стандартів

### 3.4.2 Опис та вибір обладнання абонентської точки концентрації

Оптичний бокс FOB-05-24 є середньої ємності розподільним пристроєм для закінцювання оптичного кабелю та підключення оптичних конекторів у волоконно-оптичних мережах. Основні характеристики і компоненти боксу включають:

– Конструкція. Бокс виготовляється з пластику або металу і має знімну або відкидаючися кришку для доступу до його внутрішньої частини.

– Кількість вводів кабелю. Бокс має два вводи кабелю з зажимними втулками для надійного ущільнення. Також можуть бути присутні додаткові вводи у разі потреби.

– Сплайс-касети. Бокс оснащений однією або декількома сплайс-касетами, які використовуються для розміщення зварних з'єднань і волокон. Це дозволяє забезпечити належне окінцювання оптичного кабелю.

– Ємність. Бокс FOB-05-24 може розмістити до 24 оптичних конекторів і вивести 24 абонентських FTTH кабелі.

– Кріплення кабелю. Кабель кріпиться в боксі за допомогою спеціальних притискачів, що забезпечують надійне закріплення.

– Фіксатори. Для закріплення силових елементів кабелю бокс комплектується додатковими фіксаторами.

Оптичний бокс FOB-05-24 є універсальним рішенням для прокладання оптичних кабелів і забезпечує зручну установку та з'єднання оптичних конекторів. Він може бути використаний у різних типах волоконно-оптичних мереж, включаючи FTTH і PON



Рисунок 3.6 – Оптичний бокс FOB-05-24

Оптичний бокс FOB-05-24 є корпусом для установки оптичного обладнання і забезпечення захисту оптичних з'єднань та кабелів. Його основні характеристики включають:

- Міцний корпус. Виготовлений зі стабілізованого до ультрафіолетового випромінювання пластику, що забезпечує стійкість до зовнішніх впливів.
- Замок. Кришка боксу має спеціальний замок, який обмежує доступ сторонніх осіб до внутрішньої частини.
- Захист від вологи і пилу. Гумова ущільнююча прокладка між кришкою і корпусом забезпечує надійний захист від вологи і пилу.
- Вводи кабелів. Вводи кабелів оснащені гумовими заглушками, які додатково забезпечують захист від небажаного проникнення вологи і пилу.

Внутрішні елементи: У середині боксу розміщена відкидна панель, на одному боці якої розташовані оптичні адаптери для підключення оптичних конекторів типу SC і організатор волокон. З іншого боку панель слугує сплайс-касетною для розміщення зварних з'єднань волокон.

Організатор для абонентських кабелів: У боксі також є організатор для абонентських кабелів, що допомагає упорядковувати їх розташування.

Можливість встановлення додаткових оптичних пристроїв: В боксі можна встановлювати додаткові оптичні пристрої, такі як дільники, мультиплексори та інші. Бокс можна кріпити на стовпи за допомогою бандажної стрічки і перехідних металевих пластин.

Оптичні розгалужувачі (ОР) використовуються в пасивних оптичних мережах (PON) для створення розгалуженої архітектури з рівномірним або нерівномірним розподілом оптичної потужності. Вони можуть бути безкорпусними або корпусними.

PLC (Planar Lightwave Circuit) сплітери є одним з типів оптичних розгалужувачів і виготовляються за складною технологією з використанням планарних чіпів. Вони мають деякі переваги порівняно зі зварними сплітерами,

такі як менше загасання сигналу, більша кількість виходів і ширший діапазон ХВИЛЬ.

Оптичні розгалужувачі можуть бути схильними до різних механічних, кліматичних та хімічних впливів. Тому їх конструкції поділяють на безкорпусні і корпусні, залежно від умов експлуатації і потреб захисту

У якості оптичних розгалужувачів було обрано оптичний дільник PLC Splitter 1×8, 900 nm, G657A (рис. 2.7). Характеристики розгалужувача наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Характеристики PLC Splitter 1x8, 900 nm, G657A

Дільник	1 × 8
Робочі довжини хвиль, нм	1260-1650
Максимальні втрати, дБ	10,6
Тип конекторів	без конекторів
Направленість, дБ	55
Зворотні втрати, дБ	50
Втрати, пов'язані з поляризацією, дБ	0,25
Довжина виводів, м	1,5
Оптичний діаметр, мм	0,9
Тип волокна	G.657.A1
Робоча температура зберігання і експлуатації, °C	-40-+85

## Схожість

Джерела з Бібліотеки

59

1	Студентська робота	ID файлу: 1015205851	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	12 Джерело	22.1%
2	Студентська робота	ID файлу: 1015269539	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		7.21%
3	Студентська робота	ID файлу: 1015062403	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		4.34%
4	Студентська робота	ID файлу: 12289930	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy	3 Джерело	1.35%
5	Студентська робота	ID файлу: 1005719007	Навчальний заклад: Zaporizhzhya National University		0.78%
6	Студентська робота	ID файлу: 1000787926	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyi..."		0.42%
7	Студентська робота	ID файлу: 1008071647	Навчальний заклад: National Aviation University		0.4%
8	Студентська робота	ID файлу: 1011455349	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	6 Джерело	0.33%
9	Студентська робота	ID файлу: 116302	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	24 Джерело	0.28%
10	Студентська робота	ID файлу: 109365	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.28%
11	Студентська робота	ID файлу: 2076794	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	3 Джерело	0.15%
12	Студентська робота	ID файлу: 1015025432	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	3 Джерело	0.11%
13	Студентська робота	ID файлу: 1000803150	Навчальний заклад: National University of Water Management an...		0.1%
14	Студентська робота	ID файлу: 1786137	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy		0.1%