

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015521888

Дата перевірки:
09.06.2023 10:27:00 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
09.06.2023 10:43:49 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: Бала В.Б. гр ТК-330

Кількість сторінок: 35 Кількість слів: 8868 Кількість символів: 67036 Розмір файлу: 1.24 MB ID файлу: 1015175985

49.8% Схожість

Найбільша схожість: 20.4% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015062403)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

49.8% Джерела з Бібліотеки 123

Сторінка 37

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 17

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 пропонованих 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, дистрибутиви 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 сидячи 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 – це безпроводний аналог стандарту Ethernet, на основі якого сьогодні побудована велика частина офісних комп'ютерних мереж. Він був зареєстрований у 1999 році і став справжнім відкриттям для менеджерів, торгових агентів, співробітників складів, основним робочим інструментом яких є ноутбук або інший мобільний комп'ютер. Wi-Fi – це скорочення від англійського Wireless Fidelity, що означає стандарт безпроводного радіозв'язку, який об'єднує декілька протоколів.

Подібно до традиційних дротяних технологій, Wi-Fi забезпечує доступ до серверів, що зберігають бази даних або програмні застосування; дозволяє увійти в Інтернет, роздруковувати файли і та ін. Але при цьому комп'ютер, з якого читається інформація, не потрібно підключати до комп'ютерної розетки. Досить розмістити його в радіусі 300 м, від так званої точки доступу(access point) – Wi-Fi пристрою, що виконує орієнтовно ті ж функції, що звичайна офісна АТС. У такому випадку інформація передаватиметься за допомогою

радіохвиль у частотному діапазоні 2,4-2,483 ГГц.

Таким чином Wi-Fi – технологія дозволяє вирішити три важливі завдання:

- спростити спілкування з мобільним комп'ютером;
- забезпечити комфортні умови для роботи діловим партнерам, що прийшли в офіс зі своїм ноутбуком;
- створити локальну мережу в приміщеннях, де прокладення кабелю неможливе або надмірно дорого.

Безпроводна технологія може стати як основою IT- компанії, так і доповненням до вже існуючої кабельної мережі.

Одним з головних переваг будь-якої Wi-Fi мережі є можливість доступу до Інтернет для усіх її користувачів, яка забезпечується або прямим підключенням точки доступу до Інтернет-каналу або підключенням до неї будь-якого сервера з'єднаного з Інтернет. У обох випадках мобільному користувачеві не треба нічого самостійно налаштувати – досить запустити браузер і набрати адресу якого-небудь Інтернет-сайту.

Також декілька пристроїв з підтримкою Wi - Fi можуть з'єднуватися один з одним безпосередньо (пристрій-пристрій), тобто без використання спеціальної точки доступу, утворюючи деяку подібність локальної мережі, в якій можна обмінюватися файлами. Але у такому випадку обмежується число видимих станцій.

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

Волоконно-оптичні лінії зв'язку – це вид зв'язку, при якому інформація передається по оптичних діелектричних хвилеводах, відомих під назвою "оптичне волокно".

Оптичне волокно нині вважається найдосконалішим фізичним середовищем для передачі інформації, а також найперспективнішим середовищем для передачі великих потоків інформації на значні відстані. Підстави так вважати витікають з ряду особливостей, властивих оптичним хвилеводам а саме: по оптичній лінії зв'язку можна передавати інформацію із швидкістю порядку 10...12 біт/с або Терабіт/с. Швидкість передачі даних може бути збільшена за рахунок передачі інформації відразу в двох напрямках, оскільки світлові хвилі можуть поширюватися в одному волокні незалежно один від одного. Крім того, в оптичному волокні можуть поширюватися світлові сигнали двох різних поляризацій, що дозволяє подвоїти пропускну спроможність оптичного каналу зв'язку. На сьогодні межа по щільності передаваної інформації по оптичному волокну не досягнута.

Сигнал має дуже мале(в порівнянні з іншими середовищами) загасання світлового сигналу у волокні. Кращі зразки волокна мають загасання 0.22 дБ/км на довжині хвилі 1.55 мкм, що дозволяє будувати лінії зв'язку завдовжки до 100 км без регенерації сигналів. Для порівняння, краще волокно Sumitomo на довжині хвилі 1.55 мкм має загасання 0.154 дБ/км. В оптичних лабораторіях США розробляються ще "прозоріші", так зване фторцирконатне волокно з теоретичною межею близько 0,02 дБ/км на довжині хвилі 2.5 мкм. Лабораторні дослідження показали, що на основі таких волокон можуть бути створені лінії зв'язку з регенераційними ділянками через 4600 км при швидкості передачі близько 1 Гбіт/с.

Волокно виготовлене з кварцу, основу якого складає двоокис кремнію, широко поширене, а тому недороге, на відміну від міді. Оптичні волокна мають діаметр близько 100 мкм, тобто дуже компактні і легкі. Скляні волокна - не метал, при будівництві систем зв'язку автоматично досягається гальванічна розв'язка сегментів.

Системи зв'язку на основі оптичних волокон стійкі до електромагнітних завад, а передавана по світлопроводах інформація захищена від несанкціонованого доступу. Волоконно-оптичні лінії зв'язку не можна підслухувати неруйнівним способом. Всякі дії на волокно можуть бути зареєстровані методом моніторингу(безперервного контролю) цілісності лінії. Теоретично існують способи обійти захист шляхом моніторингу, але витрати на реалізацію цих способів будуть такі великі, що перевершать вартість перехопленої інформації.

Існує спосіб прихованого передання інформації по оптичних лініях зв'язку. При прихованій передачі сигнал від джерела випромінювання модулюється не по амплітуді, як в звичайних системах, а по фазі. Потім сигнал зміщується з самим собою, затриманим на деякий час, більший, ніж час когерентності джерела випромінювання. При такому способі передання інформація не може бути перехоплена амплітудним приймачем, оскільки він зареєструє лише сигнал постійної інтенсивності. Можна розподілити передавану інформацію на безліч сигналів або передавати декілька шумових сигналів, погіршуючи цим умови перехоплення інформації. Знадобиться значний відбір потужності з волокна, щоб несанкціоновано прийняти оптичний сигнал, а це втручання легко виявити системами моніторингу.

Важлива властивість оптичного волокна - довговічність. Час життя волокна, тобто збереження своїх властивостей у певних межах, перевищує 25 років, що дозволяє прокласти оптико-волоконний кабель один раз і, в міру необхідності, нарощувати пропускну спроможність каналу шляхом заміни приймачів і передавачів на більш швидкодійочі.

Недоліки технології полягають у тому що, при створенні лінії зв'язку потрібно високонадійні активні елементи, що перетворюють електричні сигнали у світло і світло в електричні сигнали. Потрібні також оптичні конвектори (з'єднувачі) з малими оптичними втратами і великим ресурсом на підключення-відключення. Точність виготовлення таких елементів лінії зв'язку повинна відповідати довжині хвилі випромінювання, тобто погрішності мають бути порядку долі мікрона. Тому виробництво таких компонентів оптичних ліній зв'язку дуже дороге.

Інший недолік полягає в тому, що для монтажу оптичних волокон потрібно дороге технологічне устаткування. Як наслідок, при аварії(обриві) оптичного кабелю витрати на відновлення вищі, ніж при роботі з мідними кабелями.

Переваги від застосування волоконно-оптичних ліній зв'язку(ВОЛС) настільки значні, що незважаючи на перераховані недоліки оптичного волокна, ці лінії зв'язку все ширше використовуються для передачі інформації.

Промисловість багатьох країн освоїла випуск широкої номенклатури виробів і компонентів ВОЛС. Слід зауважити, що виробництво компонентів ВОЛС, в першу чергу оптичного волокна, відрізняє висока міра концентрації. Більшість підприємств зосереджена в США. Маючи головні патенти, американські фірми(в першу чергу це відноситься до фірми " CORNING") роблять вплив на виробництво і ринок компонентів ВОЛС у всьому світі, завдяки укладенню ліцензійних угод з іншими фірмами і створенню спільних підприємств.

Найважливіший з компонентів ВОЛС - оптичне волокно. Для передачі сигналів застосовуються два види волокна : одномодове і багатомодове. Свою назву волокна дістали від способу поширення випромінювання в них. Волокно складається з серцевини і оболонки з різними показниками заломлення. У одномодовому волокні діаметр жили світлопровода близько 8-10 мкм, тобто порівняємо з довжиною світлової хвилі. При такій геометрії у волокні може поширюватися тільки один промінь(одна мода). У багатомодовому волокні розмір жили світлопровода близько 50-60 мкм, що робить можливим поширення великого числа променів(багато мод). Обидва типи волокна характеризуються двома найважливішими параметрами: загасанням і дисперсією.

Загасання зазвичай вимірюється в дБ/км і визначається втратами на поглинання і на розсіяння випромінювання в оптичному волокні. Втрати на поглинання залежать від чистоти матеріалу, втрати на розсіяння залежать від неоднорідностей показника заломлення матеріалу. Загасання залежить від довжини хвилі випромінювання, що вводиться у волокно. На сьогодні передачу сигналів по волокну здійснюють в трьох діапазонах: 0.85 мкм, 1.3 мкм, 1.55 мкм, оскільки саме в цих діапазонах кварц має підвищену прозорість.

Інший найважливіший параметр оптичного волокна - дисперсія. Дисперсія - це розсіяння в часі спектральних і модових складових оптичного сигналу. Існують три типи дисперсії : модова, матеріальна і хвилеводна. Модова дисперсія властива багатомодовому волокну і обумовлена наявністю великого числа мод. Матеріальна дисперсія обумовлена залежністю показника заломлення від довжини хвилі. Хвилеводна дисперсія обумовлена процесами усередині моди і характеризується залежністю швидкості поширення моди від довжини хвилі. Оскільки світлодіод або лазер випромінює деякий спектр довжин хвиль, дисперсія призводить до

розширення імпульсів при поширенні по волокну і тим самим породжує спотворення сигналів. При оцінці користуються терміном "смуга пропускання" - це величина, зворотна до величини поширення імпульсу при проходженні ним по оптичному волокні відстані в один км. Вимірюється смуга пропускання в МГц/км. З визначення смуги пропускання видно, що дисперсія накладає обмеження на дальність передачі і на верхню частоту передаваних сигналів.

Якщо при поширенні світла по багатомодовому волокну як правило переважає модова дисперсія, то одномодовому волокну властиві тільки два останні типи дисперсії. На довжині хвилі 1.3 мкм матеріальна і хвилеводна дисперсії в одномодовому волокні компенсують один одного, що забезпечує найвищу пропускну спроможність.

Загасання і дисперсія у різних типів оптичних волокон різні. Одномодові волокна мають кращі характеристики по загасанню і по смузі пропускання, оскільки в них поширюється тільки один промінь. Проте, одномодові джерела випромінювання у декілька разів дорожчі за багатомодові. У одномодове волокно важче ввести випромінювання із-за малих розмірів жили світлопровода. З цієї ж причини одномодові волокна складно зрощувати з малими втратами. З'єднання одномодових кабелів з оптичними роз'ємами також обходиться дорожче.

Багатомодові волокна зручніші при монтажі, оскільки у них розмір жили світлопровода у декілька разів більше, ніж в одномодових волокнах. Багатомодовий кабель простіше з'єднати з оптичними роз'ємами з малими втратами (до 0.3 dB). На багатомодове волокно розраховані випромінювачі на довжину хвилі 0.85 мкм - найдоступніші і дешевші які випускаються в дуже широкому асортименті. Але загасання на цій довжині хвилі у багатомодових волокон знаходиться в межах 3-4 dB/км і не може бути істотно поліпшене. Смуга пропускання у багатомодових волокнах досягає 800 МГц*км, що прийнятно для локальних мереж зв'язку, але не досить для магістральних ліній.

Другим найважливішим компонентом, що визначає надійність і довговічність ВОЛС, є волоконно-оптичний кабель(ВОК). На сьогодні у світі декілька десятків фірм, що виробляють оптичні кабелі різного призначення. Найбільш відомі з них: AT&T, General Cable Company(США); Siecor(ФРН); BICC Cable(Великобританія); Les cables de Lion(Франція); Nokia(Фінляндія); NTT, Sumitomo(Японія), Pirelli(Італія). Визначальними параметрами при виробництві ВОК є умови експлуатації і пропускну спроможність лінії зв'язку. За умовами експлуатації кабелі підрозділяють на:

– монтажні;

- станційні;
- зонові;
- магістральні.

Перші два типи кабелів призначені для прокладення усередині будівель і споруд. Вони компактні, легкі і, як правило, мають невелику будівельну довжину. Кабелі останніх двох типів призначені для прокладення в колодязях кабельних комунікацій, в ґрунті, на опорах в здовж ЛЕП, під водою. Ці кабелі мають захист від зовнішніх дій і будівельну довжину більше двох кілометрів.

Для забезпечення великої пропускної спроможності, лінії зв'язку будуються на ВОК, що містять невелике число(до 8) одномодових волокон з малим загасанням, а кабелі для розподільних мереж можуть містити до 144 волокон як одномодових, так і багатомодових, залежно від відстаней між сегментами мережі.

При виготовленні ВОК в основному використовуються два підходи:

- конструкції з вільним переміщенням елементів;
- конструкції з жорстким зв'язком між елементами,

Особливий клас утворюють кабелі, вбудовані в грозотрос.

Зрощення будівельних довжин оптичних кабелів проводиться з використанням кабельних муфт спеціальної конструкції. Ці муфти мають два або більше кабельних введення, пристосування для кріплення силових елементів кабелів і одну або декілька сплайс-пластин.

Після того, як оптичний кабель прокладений, необхідно з'єднати його з прийомо - передаючою апаратурою. Зробити це можна за допомогою оптичних коннекторів(з'єднувачів). У системах зв'язку використовуються коннектори багатьох видів. Розглянемо лише основні види, що отримали найбільше поширення у світі.

Характеристики коннекторів представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики оптичних коннекторів

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

Фіксація "Push-Pull" забезпечує підключення коннектора до розетки найбільш простим чином - на клямці. Клямка-фіксатор забезпечує надійне з'єднання, при цьому не треба обертати накидну гайку. Важлива перевага роз'ємів з фіксацією Push - Pull – це висока щільність монтажу оптичних з'єднувачів на розподільних і кросових панелях і зручність підключення.

2.2 Перехід мереж доступу на оптичні технології

В останні роки мережі доступу (МД) є найбільш динамічним сегментом телекомунікаційної галузі. Вони безпосередньо пов'язані з наданням операторських послуг абонентам, тому МД добре окупаються навіть в умовах несприятливої економічної ситуації. Тут постійно удосконалюються технології для задоволення нових потреб користувачів, з'являються нові, характерні тільки для цих мереж, технічні рішення. На відміну від транспортних мереж (міжстанційних, міжміських і т.п.), в МД тільки починається перехід на оптичні технології в фіксованого зв'язку. Тому можна з упевненістю сказати, що МД знаходяться в фазі розвитку, що робить їх технічно і фінансово привабливими.

З точки зору швидкості передачі - навіть найсучасніші модеми ADSL-2, ADSL-2 + вже зараз знаходяться «на межі» вимог користувачів. При інтернет обміні прийнятна швидкість передачі 1-2 Мбіт/с, а для потокового відео 4 ... 6 Мбіт/с. Цим практично і вичерпуються можливості модему при невеликій відстані до абонента.

При новому будівництві технологія xDSL стає неконкурентоспроможною навіть економічно. Вартість одного 400-парного мідного кабелю перевищить вартість всієї невеликої розгалуженої оптичної мережі. Таким чином, застосування оптичних рішень на мережах доступу стає єдиним підходящим способом організації широкопотокового фіксованого доступу. Вже зараз, використовуючи реальні оптичні технології, можлива організація високошвидкісних потоків 1 Гбіт/с до абонента. А застосування технологій хвильового мультиплексування дозволить передавати такі потоки на кожній з декількох оптичних несучих. Причому оптичні технології постійно вдосконалюються і здешевлюються.

2.3 Архітектура та технології побудови ОМД

Концепція реалізації будівництва мережі доступу або будь-якої комп'ютерної мережі, у якій від вузла зв'язку до певного місця доходить волоконно-оптична лінія передачі має назву FTTx. Найчастіше, оптичну мережу доступу, за допомогою концепції FTTx реалізують у варіантах архітектури P2P (точка - точка) та PmP (точка - багато точок) з використанням оптичних розгалужувачів.

FTTx – ціле сімейство оптико-волоконних технологій, покликаних для забезпечення оптичним зв'язком. У це сімейство входять різні види архітектури, які відрізняються головним чином тим, наскільки близько до терміналу користувача підходить оптичний кабель (рис.1.1):

– FTTN (Fiber to the Node) – волокно до вузла мережі, FTTN використовується в основному як бюджетне і швидко впроваджуване рішення там, де існує розподільна "мідна" інфраструктура і прокладка оптики нерентабельна. Пов'язані з цим рішенням труднощі: невисока якість послуг, що надаються, обумовлене специфічними проблемами лежать в каналізації мідних кабелів, істотне обмеження по швидкості і кількості підключень в одному кабелі.

– FTTC (Fiber to the Curb) – волокно до мікрорайону, кварталу або групи будинків;

FTTC – це покращений варіант FTTN, позбавлений частини властивих останньому недоліків. Архітектура FTTC в першу чергу призначена для операторів, що вже використовують технології xDSL або PON, і операторів кабельного телебачення: реалізація цієї архітектури дозволить їм з меншими витратами збільшити і кількість обслуговуваних користувачів, і виділену кожному з них смугу пропускання. У Європі цей тип підключення часто застосовується невеликими операторами Ethernet-мереж. Пов'язано це з більш низькою вартістю мідних рішень і з тим, що монтаж оптичного кабелю вимагає високої кваліфікації виконавця.

– FTTB (Fiber to the Building) – волокно до будівлі;

Архітектура FTTB набула найбільшого поширення, так як при будівництві мереж FTTx на базі Ethernet - це, найчастіше, єдина технічно можлива схема побудови мережі. Крім того, в структурі витрат на створення Ethernet-мережі різниця між варіантами FTTC і FTTB відносно невелика. Також не слід забувати, що операційні витрати при експлуатації мережі FTTB нижче, а пропускна здатність вище.

– FTTN (Fiber to the Home) – волокно до житла (квартири або окремого котеджу).

Варіант доступу FTTH є найбільш витратним, але в той же час і найбільш перспективним, серед всіх типів доступу FTTx.

На перший погляд, будівництво мережі FTTH – це дуже трудомісткий і, відповідно, дорогий процес, але на практиці основні витрати при розгортанні мережі FTTH припадають на будівельні роботи, а вартість самого оптоволоконного кабелю становить відносно невелику частину. Це означає, що в разі необхідності проведення будівельних робіт кількість оптоволоконного кабелю, що прокладається вже не має великого значення.

Більш того, хоча життєвий цикл мережі FTTH і її електронних компонентів становить кілька років, оптоволоконний кабель і оптична розподільча мережа мають більш тривалий термін служби (принаймі, 30 років).

Всі архітектури FTTx припускають наявність ділянки з розподільними мідними кабелями, але чим він коротший, тим більше пропускна здатність мережі. Максимальне використання оптичних технологій передбачає структура FTTH, при якій оптичний мережевий термінал знаходиться в квартирі користувача і з'єднується короткими кабелями з кінцевими пристроями - телефоном, комп'ютером, телевізором і т.п.

Вибір архітектури залежить від безлічі умов, і в першу чергу від щільності розміщення абонентів. Але орієнтовно можна висловитися за доцільність застосування системи FTTB для багатоповерхових житлових будинків. Для приватної забудови або офісів, в залежності від платоспроможності замовника і його потреби в високошвидкісних додатках, більше підійде FTTH



Рисунок 2.1 – Архітектури FTTx

2.4 Опис мережі FTTH

Мережа FTTH (волокно до абонента) заснована на волоконно-оптичній мережі доступу, яка підключає велику кількість кінцевих користувачів до центрального вузла, званому мережевим вузлом (АТС), вузлом агрегації або точкою присутності (POP). Кожен такий вузол включає в себе необхідне активне обладнання для передачі даних до кінцевого користувача, використовуючи оптичне волокно. Кожен мережевий вузол в межах великих міст або областей підключається до єдиної волоконно-оптичної транспортної мережі.

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 км²), 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 багат шаровими, 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.

Існують різні типи оптичних волокон. Для побудови мереж FTTH зазвичай використовується одномодове волокно, однак в деяких випадках можливе використання багатомодового волокна. Вибір типу волокна залежить від безлічі факторів, деякі з яких наведено нижче:

1) Архітектура мережі – архітектура мережі залежить від необхідної швидкості передачі даних по волокну, а також від максимально можливого оптичного бюджету мережі. Обидва ці фактори впливають на вибір волокна.

2) Розмір мережі – розмір мережі може визначатися кількістю підключених і абонентів, що обслуговуються. Однак в іншому контексті такий фактор визначається фізичної довжиною прокладених волоконно-оптичних ліній. При цьому оптичний бюджет лінії визначає наскільки далеко від абонента буде розташований мережевий вузол POP. На оптичний бюджет лінії впливають всі пасивні компоненти, встановлені на мережі, включаючи оптичне волокно.

3) Тип волокна, що використовується на існуючій мережі якщо відбувається модернізація або розширення існуючої волоконно-оптичної мережі, то необхідно, щоб новий сегмент мережі був сумісний з волокном, що використовується на існуючому сегменті.

4) Очікуваний термін експлуатації – мережі FTTH розробляються з очікуваним терміном експлуатації не менше 30 років. Тому дуже важливо, щоб при будівництві мереж FTTH враховувався можливий розвиток в майбутньому. Це ж стосується і вибору типу волокна, яке повинно використовуватися під час всього терміну експлуатації мережі.

Для побудови мереж FTTH зазвичай використовуються одномодові оптичні волокна стандарту ITUT G.652. Однак, зовсім недавно на ринку телекомунікацій з'явився новий тип оптичного волокна не чутливого до мікрозгибам, яке дозволяє зменшити значення оптичного загасання і мінімального радіусу вигину, що дуже важливо саме для мереж FTTH. Таке волокно стандартизовано в ITU G.657.

2.7 Архітектура мережі FTTH

Найбільшого поширення набули два способи (топології) організації мережі доступу FTTH – «точка-багато точок» на базі пасивної оптичної мережі PON (рис.1.2 а) і «точка-точка», яка зазвичай використовує Ethernet технології (рис.1.2 б).



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

У топології «точка-точка» для розподілу оптичного сигналу використовуються активні мережеві пристрої (комутатори, маршрутизатори, мультиплексори), в результаті чого трафік, що виходить із обладнання, розташованого в точці присутності (POP), направляється безпосередньо тому користувачеві, якому він адресований. Іншими словами, в цьому випадку імітується оптичне з'єднання «точка - точка». Найбільшого поширення в таких мережах отримав протокол Ethernet, а самі мережі стали називатися «активними оптичними Ethernet-мережами» або активним Ethernet. Така топологія може також включати в себе технології PON шляхом розміщення пасивних оптичних розгалужувачів (сплітерів) в точці доступу.

У топології «точка-багато точок» для розподілу оптичного сигналу використовують пасивне обладнання (сплітери). Така технологія має назву PON. Завдяки цим оптичним розгалужувачем, лише одним оптичним волокном можна підключити до 128 абонентів. Саме тому ця технологія набуває популярності у сучасних оптичних мережах доступу.

2.8 Ethernet FTTH (P2P)

Пасивна оптична мережа (PON) і технології Ethernet «точка-точка» були розгорнуті по всьому світу. Вибір тієї чи іншої технології залежить від багатьох факторів, включаючи демографічну ситуацію і географічне розташування мережі, специфічні параметри розгортання, капіталовкладення т.п. Зокрема, обране рішення в великій мірі залежить від легкості побудови пасивної інфраструктури мережі. Тому на сучасному ринку телекомунікацій обидві технології є прийнятними.

Мережі Ethernet будуються в основному за схемою, коли кожен абонент, використовуючи одне призначене волокно, підключається до Ethernet комутатора, розташованому на мережевому вузлі POP. Така схема побудови є найбільш простою і відкритою.

Топологія кабельної інфраструктури для будівництва волоконно-оптичних рішень «точка-точка» може здатися ідентичною PON. Однак кількість волокон/кабелів між POP і точкою концентрації волокон буде значно більше, ніж в мережах PON. Лінійні оптичні кабелі, які приходять від мережевого вузла POP, підключаються до точки розподілу. Ця точка може розташовуватися як в муфті під землею, так і в шафі зовнішньої установки. Від точки розподілу волокна йдуть до кінцевих користувачів. Ємність лінійних кабелів значно відрізняється від ємності кабелів абонентської розводки, і тому можливо, що способи прокладки і монтажу будуть відрізнятися при побудові двох ділянок мережі: магістрального і абонентського. При будівництві мережі можуть використовуватися як стандартні канали кабельної каналізації, так і альтернативні системи, наприклад, канали стічної каналізації або тунелі.

Волокна, що приходять в мережевий вузол POP, закінчуються в оптичному кросі (ODF), який являє собою гнучке рішення по організації волокон, що дозволяє підключати абонентів до будь-яких портів оптичних комутаторів, встановлених на мережевому вузлі.

Щоб організувати велику кількість волокон в досить обмеженому просторі необхідно мати компактний оптичний крос великого об'єму.

Необхідність швидкого виведення на ринок і зниження вартості для абонентів привели до появи мережевої архітектури на базі Ethernet-комутації. Передача даних по мережі Ethernet і Ethernet-комутація стали приносити дохід на ринку корпоративних мереж і привели до зниження цін, появи закінчених продуктів і прискорення освоєння нових продуктів.

В основі перших європейських проектів мереж Ethernet FTTH лежала архітектура, при якій комутатори, розташовані на цокольних поверхах

багатоквартирних будинків, були об'єднані в кільце за технологією Gigabit Ethernet.

Ця структура забезпечувала чудову стійкість до різного роду пошкоджень кабелю та була вельми рентабельною, але до її недоліків можна було віднести поділ смуги пропускання всередині кожного кільця доступу - (1 Гбіт/с), що давало в перспективі порівняно невелику пропускну здатність, а також викликало труднощі масштабування архітектури.

Потім широкого поширення набула архітектура Ethernet типу «зірка». Така архітектура передбачає наявність виділених оптоволоконних ліній (зазвичай одномодових, одноволоконних ліній з передачею даних Ethernet за технологією 100BX або 1000BX) від кожного кінцевого пристрою до точки присутності (point of presence, POP), де відбувається їх підключення до комутатора. Кінцеві пристрої можуть знаходитися в окремих житлових будинках, квартирах або багатоквартирних будинках, на цокольних поверхах яких розташовуються комутатори, що доводять лінії по всіх квартирах за допомогою відповідної технології передачі.

Переваги архітектури Ethernet FTTH (P2P) перед пасивною оптичною мережею:

1) Практично необмежена дискретна смуга пропускання – пряма оптоволоконна лінія може забезпечити практично необмежену смугу пропускання, що дозволяє досягти максимальної гнучкості при розгортанні сервісу в майбутньому, коли потреба в пропускну здатності зростає.

2) Відділення абонентських ліній – це властивість, притаманна архітектурі Ethernet FTTH. Воно важко реалізується в архітектурі пасивної оптичної мережі через загального характеру середовища передачі в дереві PON. Реалізація принципу відділення абонентських ліній стала головним критерієм вибору технології FTTH деякими новими компаніями в Європі, оскільки вони прагнули побудувати мережі, де доступ до інфраструктури оптоволоконної мережі доступу могли б мати кілька провайдерів.

3) Безпека – на сьогоднішній день виділена оптоволоконна лінія є найбільш захищеною середовищем (на фізичному рівні). Крім того, комутатори Ethernet, що використовуються в середовищах провайдерів, покликані забезпечити розподіл фізичного рівня портів і логічного рівня абонентів і мають безліч надійних функцій захисту, які в змозі запобігти практично всім спробам вторгнень.

Однак, архітектура Ethernet FTTH (P2P) має і свої недоліки, які іноді є ключовими при виборі між архітектурою Ethernet FTTH (P2P) і PON:

1) Велика витрата оптоволоконного кабелю - на відміну від мереж PON, в яких для надання послуг великій кількості абонентів потрібно лише 1 волокно, мережі Ethernet FTTH припускають використання оптоволоконних кабелів великої ємності вже на виході з точки присутності.

2) Потреба в майданчиках для розміщення обладнання в точках присутності так як кожному абоненту надається виділений оптичний інтерфейс, то на майданчиках оператора буде зосереджено велике скупчення оптичних волокон. Обслуговування великого числа оптоволоконних ліній представляється дуже складним завданням, якщо відсутні новітні оптичні розподільні стійки, які дозволяють будувати точки присутності з декількома тисячами оптоволоконних ліній, що йдуть від лінійних споруд.

3) Результат обриву кабелю – з точки зору мережі Ethernet, найгіршим варіантом є обрив великого кабелю з кількома сотнями оптоволоконних ліній поблизу точки доступу або АТС. Для відновлення цього кабелю буде потрібно набагато більше часу, ніж для кабелю, що передає трафік PON, оскільки в ньому значно менше ліній.

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 спальний мікрорайон являє собою території з щільною забудовою багатоповерховими будинками з розвинутою інфраструктурою. Сихівський район має розвинуту торговельну мережу як невеликих магазинів, так і потужних супермаркетів як продовольчої, так і промтоварної групи – в районі представлено більшість торговельних мереж, які працюють у місті.

Тобто є дуже хороші передумови реалізації такого проекту, а саме висока щільність квартирних користувачів, та наявність користувачів адміністративного сектору. Таким чином наявність користувачів, яким необхідні як відносно дешеві, так і дорогі види доступу до мережі, гарантує попит на різні види послуг.



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 проектового OLT до максимально віддаленого абонента (ONU).

Оптичний бюджет ВОЛЗ розраховується в основному на етапі проектування лінії і підбору каналотворюючого обладнання.

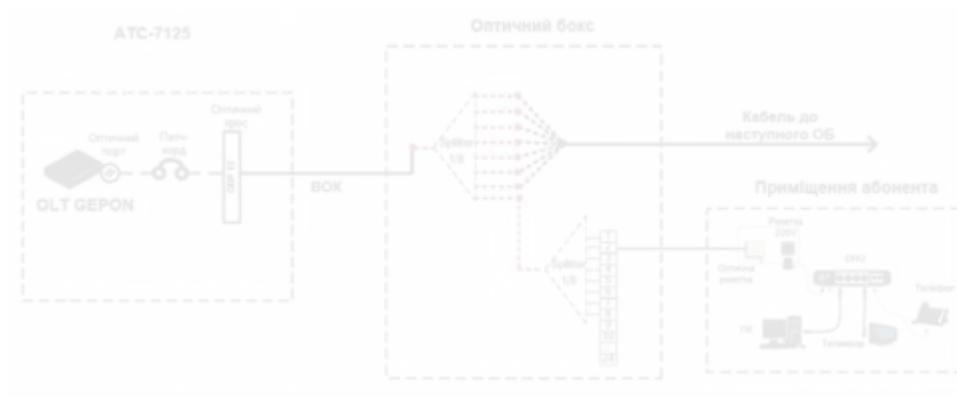


Рисунок 3.2 – Схема підключення абонента

Теоретично, PON може покрити територію радіусом 20 км. Практично все залежить від бюджету втрат на конкретній ділянці дерева. Для розрахунків необхідно керуватися найгіршими показниками затухання, чутливості і потужності випромінювання передавачів.

Основними джерелами втрат в мережах PON є:

а) Загасання в ВОК, яке залежить від його довжини і коефіцієнта загасання ОБ на певній довжині хвилі (вказується в технічних характеристиках кабелю). На це загасання впливають такі фактори, як: втрати на розсіювання; втрати на поглинання в матеріалі волокна; поглинання на домішках; кабельні втрати. Втрати на розсіювання і поглинання називаються власними втратами, в той час як кабельні втрати, в силу їх природи, називають також додатковими втратами.

б) Втрати в зварних з'єднаннях. Величина цих втрат залежить від втрат в кожному з'єднанні і від їх загальної кількості. Втрати на зварних з'єднаннях складають 0,05 дБ;

в) Втрати в роз'ємних з'єднаннях. Величина цих втрат залежить від втрат в кожному з'єднувачі і їх загальної кількості. Загасання на конекторі прийнято вважати 0,5 дБ;

г) Втрати в сплітері (розгалужувачах ОВ). Величина цих втрат залежить від коефіцієнта розгалуження сплітера (табл.3.1);

д) Кабельні втрати. При будівництві і експлуатації оптичних кабельних ліній можлива поява так званих експлуатаційних втрат. Вони обумовлені деформацією і вигинами волокон, що виникають при накладенні покриттів і захисних оболонки при виробництві кабелю, а також в процесі його прокладки. Крім того, до уваги береться запас на старіння ОВ і додаткові вставки, а також з'єднання при проведенні в подальшому ремонтних робіт. Величина запасу на кабельні втрати становить 3 дБ;

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):

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

A_{Σ} – сумарне загасання сигналу, дБ;

a – загасання сигналу на 1км оптоволоконна, дБ;

L_{Σ} – сумарна довжина оптоволоконна від OLT до кінцевого вузла, км; A_w – загасання сигналу на зварному з'єднанні, дБ;

N_w – кількість зварних з'єднань на шляху проходження сигналу від OLT до кінцевого вузла, шт.;

A_c – загасання сигналу на механічному поєднанні, дБ;

N_c – кількість механічних з'єднань на шляху проходження сигналу від OLT до кінцевого вузла, шт.;

A_s – сумарне загасання сигналу на каскаді сплітерів, дБ.

Наступний крок – розрахунок оптичного бюджету потужності, але його можна прийняти рівним 30 дБ (виробник гарантує оптичний бюджет потужності 30 дБ). Все, що понад 30 дБ - необхідно тестувати.

Оптичний бюджет потужності визначається як різниця між потужністю передавача (SFP OLT трансивера) і чутливістю приймача в ONU.

Потужність SFP OLT: ~ +4 дБм;

Чутливість ONU: ~ -26 дБм.

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

PLC сплітери ділять сигнал рівномірно, тому у даному випадку немає сенсу рахувати загасання для кожної гілки - досить зробити обчислення тільки для одного кінцевого вузла, який є найвіддаленішим від OLT.

Для проектного 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):

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

З розрахунку можна зробити висновок, що затухання в проєктованій 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 внутрішньозононий 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.

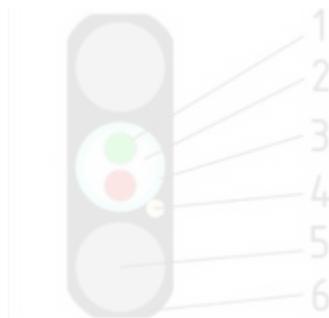


Рисунок 3.4 – Конструкція кабелю ОКАДт

Типова конструкція:

- 1) Оптичне волокно ITU-T G.652 D.
- 2) Тиксотропний гідрофобний заповнювач.
- 3) Центральна трубка.
- 4) Шнур ріжучий.

5) Силовий елемент – два склопластикових прутки, розташованих ПОЗДОВЖНЬО.

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	ITU-T G.652 D	
Кількість ОВ в кабелі, шт	4	8
Діаметр кабелю, мм	6,7×3,1(±0,5)	7,2×3,6(±0,5)
Діапазон допустимих температур при монтажі, °С	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	
Коефіцієнт загасання, дБ/км	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);

– для підвіски оптичних кабелів по опорах ЛЕП потрібне отримання технічних умов (ТУ) та погоджень від відповідних експлуатуючих організацій.

При прокладанні ВО кабелів слід виконувати такі вимоги:

– не допускати пошкодження зовнішньої оболонки кабелю;

– не допускати перекручування кабелю;

– хомути повинні затягуватися вручну без використання інструменту;

– тягнуче зусилля докладати рівномірно, без ривків;

– при прокладанні волоконно-оптичного кабелю необхідно враховувати, що його мінімальний радіус вигину 150 мм;

– максимальне зусилля, що додається при протягуванні кабелю, не повинно перевищувати допустиме значення для конкретного ВО кабелю;

Вимоги при прокладці волоконно-оптичних ліній зв'язку по існуючим опорам ліній електропередачі напругою 220В / 380В:

– заборонено закріплювати кабель до труб газової вентиляції та димовидалення;

– заборонено порушувати герметичність покрівлі будівлі;

– кабель не повинен стосуватися інших кабельних і дротяних ліній зв'язку, конструкцій даху та огорожень, якщо зіткнень уникнути не можливо, то зіткнення необхідно захистити металорукавом або металевою трубкою.

– провис кабелю повинен бути не більше 1,2 м на 50 м прольоту. Тестування кабельних сегментів необхідно здійснювати за допомогою спеціалізованих вимірювальних приладів, що відповідають вимогам діючих стандартів.

3.4.2 Опис та вибір обладнання абонентської точки концентрації

Серед компонентів волоконно-оптичної мережі важливе значення має кросове обладнання, без якого не обходиться ні одна оптична мережа. Основним видом такого обладнання є оптичний бокс, який слугує для окінцювання оптичного кабелю і підключення до нього активних елементів.

Оптичний бокс, на відміну від муфти, як правило, являє собою не герметичну конструкцію і призначений для установки всередині приміщень.

Випускаються також пило і вологозахищені оптичні бокси, які можуть встановлюватися поза приміщеннями.

Конструктивно оптичний бокс (в залежно від моделі) виготовляється з пластику або металу. Для доступу всередину має знімну або кришку, що відкидається. Усередині розташовані елементи фіксації вводиться кабелю і силових елементів оптичного кабелю. Більшість моделей має два введення кабелю, але є також моделі великої місткості з великою кількістю введів кабелю.

Окінцовування оптичних волокон, як правило, проводиться шляхом приварки до кожного волокна оптичного пігтейлу- відрізка волокна в захисному буфері з попередньо змонтованим в заводських умовах оптичним коннектором необхідного типу. Для розміщення зварних з'єднань і волокон оптичний бокс оснащений однією або декількома сплайс-касетами. Опираючись на коефіцієнт ділення розгалужувачів, кількість та волоконність кабелю, обрано оптичний кросово-розподільчий бокс середньої ємності FOB-05-24, призначений для закінцювання лінійного оптичного кабелю пігтейлами, розміщення оптичних конекторів усередині боксу, а також забезпечує виведення абонентських кабелів (рис.2.6). Бокс може застосовуватися у волоконно-оптичних мережах з глибоким проникненням оптики (FTTH, PON та інші).

Бокс FOB-05-24 дозволяє розмістити до 24 оптичних конекторів і вивести 24 абонентських FTTH кабелі. Є два вводи лінійного кабелю, які оснащені зажимними втулками, що забезпечують надійне ущільнення, а також два додаткових вводи у разі необхідності. Кабель кріпиться спеціальними притискачами, а для закріплення силових елементів кабелю бокс комплектується додатковими фіксаторами.



Рисунок 3.6 – Оптичний бокс FOB-05-24

Оптичний бокс FOB-05-24 має міцний корпус із стабілізованого до впливу ультрафіолетового випромінювання пластику. Спеціальний замок, розташований на кришці, обмежує доступ стороннім особам всередину боксу. Захист від вологи і

пилу забезпечує гумова ущільнююча прокладка між кришкою і корпусом по всьому периметру. Вводи кабелів укомплектовані гумовими заглушками. Не допускається повне занурення боксу в воду в процесі експлуатації.

Всередині боксу розташована відкидна панель, яка з одного боку має панель для установки 24-х оптичних адаптерів типу SC і організатор волокон, а з іншого боку являє собою велику сплайс-касету, в якій передбачено місце для розміщення 48 зварних з'єднань волокон. Таким чином, крім 24-х з'єднань для відводів, можна розміщувати ще з'єднання транзитних волокон.

У глибині боксу є ще один організатор, призначений для абонентських кабелів. Також тут можлива установка додаткових оптичних пристроїв в плоскому корпусі типу дільників, мультиплексорів та ін.

Кріплення боксу на стовпи здійснюється бандажною стрічкою шириною 10 мм за допомогою перехідних металевих пластин.

У зв'язку з початком широкого впровадження пасивних оптичних мереж (PON) значний інтерес викликають параметри і конструкції оптичних розгалужувачів (ОР). Саме це додає мережі необхідну гнучкість архітектури, масштабованість, максимальне задоволення системним вимогам, економічність. В принципі ОР вже досить тривалий час успішно застосовується на магістральних ділянках в мережах кабельного телебачення, там, де необхідно створення розгалуженої деревоподібної архітектури з рівномірним або нерівномірним розподілом оптичної потужності. Однак саме під час проектування та інсталяції PON розгалужувачі проявили себе ключовим елементом мережі. Однак у продажу зустрічаються зварні сплітери з набагато більшим числом "хвостів". Досягається це комбінацією декількох звичайних коплерів в заводському корпусі.

PLC Splitters виготовляються за більш складною технологією, ніж зварні, і тому їх вартість вища. Їх основа – так званий планарний чіп, який проводиться методом витравлення необхідної кількості хвилеводів за шаблоном в кварцовому склі або пластику.

Планарні сплітери найчастіше використовуються для побудови PON через їх переваги:

- Загасання сигналу при проходженні через PLC розгалужувач менше, ніж при проходженні через зварений.
- Число виходів, тобто відгалужень основного волокна може доходити до 128.
- Кількість хвостів-виходів найчастіше дорівнює $2k \cdot N$ (2, 4, 8, 16, 32 і так далі), але виробляються дільники і з вільним числом виходів (3, 6).

– Планарні розгалужувачі ділять сигнал на рівні частини, що найчастіше і потрібно при побудові мережі. Показники загасання в різних примірниках сплітерів практично однакові і тому передбачувані, на відміну від зварних.

– Діапазон хвиль, який підтримує планарний чіп, досить широкий, тому в мережі із застосуванням PLC дільників можуть бути використані додаткові технології ущільнення трафіку.

Як і будь-який електротехнічний пристрій, ОР може бути схильний до різних механічних, кліматичних, хімічних та інших впливів. Виходячи з передбачуваного способу розміщення і умов експлуатації, конструкції розгалужувачі діляться на дві великі групи: безкорпусні та корпусні.

Безкорпусні сплавні дільники мають малогабаритне виконання і призначені для встановлення в сполучних касетах в посадкове місце гільзи для захисту зварного з'єднання. При корпусному виконанні конструкція розгалужувача поміщається в міцний пластиковий корпус, що захищає ОР від механічних, кліматичних і хімічних впливів. У корпусах є наскрізні отвори діаметром 2 ÷ 3 мм для кріплення до плоскої поверхні.

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

123

1	Студентська робота	ID файлу: 1015062403	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	12 Джерело	20.4%
2	Студентська робота	ID файлу: 12289930	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy	6 Джерело	7.61%
3	Студентська робота	ID файлу: 1085008	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		6.98%
4	Студентська робота	ID файлу: 1008071647	Навчальний заклад: National Aviation University	5 Джерело	5.51%
5	Студентська робота	ID файлу: 1005719007	Навчальний заклад: Zaporizhzhya National University	6 Джерело	4.34%
6	Студентська робота	ID файлу: 1008309683	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	2 Джерело	4.03%
7	Студентська робота	ID файлу: 51909	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		3.39%
8	Студентська робота	ID файлу: 5443096	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"		3.26%
9	Студентська робота	ID файлу: 114608	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	2.93%
10	Студентська робота	ID файлу: 107528	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		2.93%
11	Студентська робота	ID файлу: 1005748145	Навчальний заклад: National Aviation University	2 Джерело	2.4%
12	Студентська робота	ID файлу: 1009692950	Навчальний заклад: Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University	5 Джерело	2.28%
13	Студентська робота	ID файлу: 6050750	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		2.13%
14	Студентська робота	ID файлу: 1000035679	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"	17 Джерело	2.09%
15	Студентська робота	ID файлу: 1786009	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy		2.07%
16	Студентська робота	ID файлу: 1005665709	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		1.8%
17	Студентська робота	ID файлу: 3440401	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		1.76%
18	Студентська робота	ID файлу: 6026703	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		1.66%
19	Студентська робота	ID файлу: 1584559	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	2 Джерело	1.54%
20	Студентська робота	ID файлу: 1006256499	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University	2 Джерело	1.52%

21	Студентська робота	ID файлу: 1005704281	Навчальний заклад: National Aviation University	2 Джерело	1.45%
22	Студентська робота	ID файлу: 1007951699	Навчальний заклад: National Aviation University		1.44%
23	Студентська робота	ID файлу: 1008226907	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		1.4%
24	Студентська робота	ID файлу: 5911416	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		1.36%
25	Студентська робота	ID файлу: 1005778245	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...		1.36%
26	Студентська робота	ID файлу: 1000047160	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyj...		1.01%
27	Студентська робота	ID файлу: 1008365741	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		1%
28	Студентська робота	ID файлу: 1008335829	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.92%
29	Студентська робота	ID файлу: 109365	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.92%
30	Студентська робота	ID файлу: 3650629	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.76%
31	Студентська робота	ID файлу: 1003784861	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...		0.71%
32	Студентська робота	ID файлу: 5812802	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy		0.69%
33	Студентська робота	ID файлу: 51709	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	5 Джерело	0.69%
34	Студентська робота	ID файлу: 1000787926	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyj...		0.68%
35	Студентська робота	ID файлу: 1003276616	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyj...		0.68%
36	Студентська робота	ID файлу: 1008414250	Навчальний заклад: National University of Water Management an...		0.6%
37	Студентська робота	ID файлу: 1015031146	Навчальний заклад: National Aviation University		0.58%
38	Студентська робота	ID файлу: 1014967678	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.48%
39	Студентська робота	ID файлу: 1004033398	Навчальний заклад: National Aviation University		0.46%
40	Студентська робота	ID файлу: 1009709037	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.45%
41	Студентська робота	ID файлу: 1967905	Навчальний заклад: National University of Life and Environn	2 Джерело	0.44%
42	Студентська робота	ID файлу: 1114408	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.42%

43	Студентська робота	ID файлу: 3605203	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.41%
44	Студентська робота	ID файлу: 1001170974	Навчальний заклад: National Aviation University		0.38%
45	Студентська робота	ID файлу: 118809	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.36%
46	Студентська робота	ID файлу: 1003932544	Навчальний заклад: National Aviation University		0.34%
47	Студентська робота	ID файлу: 1011458444	Навчальний заклад: National Aviation University		0.3%
48	Студентська робота	ID файлу: 1008280877	Навчальний заклад: National Aviation University		0.29%
49	Студентська робота	ID файлу: 1011455349	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.29%
50	Студентська робота	ID файлу: 3604260	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University		0.26%
51	Студентська робота	ID файлу: 1954014	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.26%
52	Студентська робота	ID файлу: 116302	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.25%
53	Студентська робота	ID файлу: 8102640	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.25%
54	Студентська робота	ID файлу: 1003994726	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyi...		0.24%
55	Студентська робота	ID файлу: 1005764689	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...		0.23%
56	Студентська робота	ID файлу: 8535379	Навчальний заклад: Donetsk National Technical University		0.21%
57	Студентська робота	ID файлу: 50860	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.2%
58	Студентська робота	ID файлу: 2049483	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.19%
59	Студентська робота	ID файлу: 1112343	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.18%
60	Студентська робота	ID файлу: 1005736192	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr...	3 Джерело	0.16%
61	Студентська робота	ID файлу: 2076794	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.14%
62	Студентська робота	ID файлу: 113426	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.11%
63	Студентська робота	ID файлу: 1786137	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy		0.09%