

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1015521895

Дата перевірки:
09.06.2023 10:27:03 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
09.06.2023 11:15:26 EEST

ID користувача:
100011372

Назва документа: Яремчук А.В. гр ТКс-24

Кількість сторінок: 42 Кількість слів: 9754 Кількість символів: 74070 Розмір файлу: 328.02 KB ID файлу: 1015176001

12.8% Схожість

Найбільша схожість: 3.97% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 6816948)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

12.8% Джерела з Бібліотеки

77

Сторінка 44

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

19

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕМАТИЧНОЇ ОБЛАСТІ ПРОГРАМНОЇ РОЗРОБКИ

1.1 Середовища передавання даних

Передавання даних може відбуватися по кабелю та за допомогою електромагнітних хвиль тієї або іншої природи – інфрачервоних, мікрохвиль, радіохвиль, що розповсюджуються в просторі.

Кабельні середовища за використанням матеріалом діляться на "мідні" (насправді, провідні жили таких кабелів можуть містити не тільки мідь, але і інші метали і їх сплави) і оптичні (оптоволоконні, провідна жила виготовляється з оптично прозорих матеріалів кварцу або полімерів). Мідні кабелі бувають симетричними (всі провідники однакові, наприклад, скручені дроти провідників) і асиметричними (наприклад, коаксіальний кабель, що складається з ізольованих один від одного центральної жили і обплетення).

Оптичні кабелі розрізняються по співвідношенню між товщиною дротової жили і частотою передачі даних. Тонкі жили, діаметр перетину яких порівняний з довжиною хвилі частоти-носія, утворюють одномодові кабелі (типова товщина 8-10 мкм), а товщі – багатомодові (до 50-60 мкм).

При побудові безпроводних мереж, як правило, застосовується одна з трьох технологій: передача в інфрачервоному діапазоні, передача даних за допомогою вузькосмугових радіосигналів і передача даних за допомогою радіосигналів з розподіленим спектром.

1.2 Лінії зв'язку

Лінія зв'язку складається з фізичного середовища, по якому передаються інформаційні сигнали, апаратури передачі даних і проміжної апаратури. Синонімом терміна "лінія зв'язку" (line) є термін "канал зв'язку" (channel). Фізичне середовище передачі даних (medium) може бути кабелем (набором проводів, ізоляційних і захисних оболонок, сполучних роз'ємів), а також земною атмосферою або космічним простором, через які розповсюджуються інформаційні сигнали.

Класифікація ліній зв'язку:

- дротові (повітряні);
- кабельні (мідні і волоконно-оптичні);
- радіоканали наземного і супутникового зв'язку.

Застосовуються три основні типи кабелів: коаксіальні кабелі з мідною жилою, кабелі на основі скручених пар мідних проводів, волоконно-оптичні кабелі.

1.3 Мідні кабелі: коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель складається з несиметричних пар провідників. Кожна пара є внутрішньою мідною жилою і співвісною з нею зовнішньою жилою, яка може бути порожнистою мідною трубою або обплетенням, відокремленим від внутрішньої жили діелектричною ізоляцією. Зовнішня жила грає двояку роль – по ній передаються інформаційні сигнали, також вона є екраном, що захищає внутрішню жилу від зовнішніх електромагнітних полів.

Існує декілька типів коаксіального кабелю, що відрізняються характеристиками і областями застосування:

- для локальних комп'ютерних мереж,
- для глобальних телекомунікаційних мереж,
- для кабельного телебачення тощо.

Коаксіальний кабель складається з двох концентричних провідників, розділених шаром діелектрика.

Зовнішній провідник при цьому екранує внутрішній. Найбільше застосування отримав кабель з маркуванням RG-58, (хвилевий опір 50 Ом), так званий "тонкий" коаксіальний кабель. "Товстий" (або звичайний) коаксіальний кабель з маркуванням RG-8.

Задля з'єднання коаксіальних кабелів використовуються N-роз'єми ("товстий" коаксіал) і BNC-роз'єми, T- конвектор, посередині, праворуч термінатор (заглушка).

1.4 Мідні кабелі: кабелі на основі скручених пар

Мідні кабелі: кабелі на основі скручених пар називаються симетричними кабелями через те, що вони складаються з двох однакових в конструктивному відношенні провідників. Симетричний кабель може бути як екранованим на

основі екранованої скрученої пари (Shielded Twisted Pair, STP), повний опір 150 Ом, застосовується в Token Ring, Fast Ethernet), так і неекранованим – на основі неекранованої скрученої пари (Unshielded Twisted Pair, UTP), хвильовий опір кабелю будь-якій категорії – 100 Ом). Симетричний кабель може складатися з декількох скручених пар.

Кабельні системи будівель найчастіше будуються на основі неекранованої скрученої пари UTP, категорій 3 (16 МГц), 5 (100 МГц), 5е (125 МГц), 6, 6А (250 МГц), 7 (600 МГц).

Неекранована скручена пара UTP (Unshielded Twisted Pair) випускається переважно в 4-парному виконанні, іноді зустрічаються 2-парні кабелі, зазвичай cat 3, і багатопарні кабелі – 25 пар і більше. Основні мережні технології – Ethernet і Token Ring – використовують тільки дві пари, але існують і технології (100 Base T4), де передача даних - по всіх чотирьох парах. Пари помічені кольором ізоляції: синій і біло-синій, оранжевий і біло-оранжевий, зелений і біло-зелений, коричневий і біло-коричневий. Для з'єднання кабелів і устаткування використовуються 8-контактні конектори RJ-45. Стандарт EIA/TIA-568A визначає два варіанти розкладки провідників по контактах: T568A і T568B.

У кожній локальній мережі може використовуватися будь-який варіант розкладки, але не обидва одразу.

Скручена пара використовуються для передачі даних на відстані до декількох сотень метрів. Стандарт Ethernet обмежує довжину сегменту на неекранованих скручених парах до 100 м. Основний недолік неекранованої скрученої пари – сильна чутливість до впливу електромагнітних перешкод.

Таблиця. 1.1 – Розкладка T568A

Контакт	Колір	Пара
1	Біло-зелений	3
2	Зелений	3
3	Біло-оранжевий	2
4	Синій	1
5	Біло-синій	1
6	Оранжевий	2
7	Біло-коричневий	4
8	Коричневий	4

Таблиця. 1.2 – Розкладка T568B

Контакт	Колір	Пара
1	Біло-оранжевий	2
2	Оранжевий	2
3	Біло-зелений	3
4	Синій	1
5	Біло-синій	1
6	Зелений	3
7	Біло-коричньовий	4
8	Коричньовий	4

Екранована скручена пара (STP, Shielded Twisted Pair) добре захищає передавання сигналів від впливу зовнішніх електромагнітних полів, але вимагає заземлення екрану при монтажі, що ускладнює і здорожує кабельну систему.

Кабель STP в основному використовується фірмою IBM, яка фірмовим стандартом визначила дев'ять його категорій, від Type 1 до Type 9. Кабель Type 1 складається з двох пар і по параметрах близький до UTP cat.5, за винятком хвильового опору – 150 Ом. Кабелі STP використовуються в мережах Token Ring, Fast Ethernet і 100VG-AnyLAN.

Фольгована скручена пара FTP (Foiled Twisted Pair) – кабель, в якому скручені пари обгорнуті загальним фольговим екраном для підвищення стійкості до перешкод.

При побудові мереж використовуються також і скляні (точніше, кварцові) волоконно-оптичні кабелі, де носіями даних є світлові хвилі.

Серцевина такого кабелю є тонке кварцове волокно, яке поміщене в пластикову оболонку, що відбиває. Розповсюджуючись по серцевині, промені світла не виходять за її межі, відбиваючись від покриваючого шару оболонки.

Залежно від розподілу показника заломлення і від величини діаметру серцевини розрізняють:

– багатомодове (Multi Mode Fiber, MMF) волокно із ступінчастою зміною показника заломлення;

– багатомодове волокно з плавною зміною показника заломлення;

– одномодове волокно (Single Mode Fiber, SMF).

У тонкому волокні (діаметр серцевини 5-15 мкм, що порівняно з довжиною світлової хвилі), може розповсюджуватися тільки один світловий промінь (одна мода). Такий кабель називають одномодовим (Single Mode Fiber, SMF). При цьому, за рахунок використання світлових хвиль різної довжини, можлива

одночасна організація в одному волокні декількох високошвидкісних каналів. Смуга пропускання SMF- кабелю досягає 800 ТГц. Виробництво SMF-кабелю достатньо складне, крім того, для монтування такого кабелю потрібне використання прецизійного устаткування.

Тому поширеніший так званий багатомодовий (Multi Mode Fiber, MMF) волоконно-оптичний кабель, якому властива відносно велика товщина серцевини (40-110 мкм). При цьому світлові промені, що входять в кабель під різними кутами, відбиваються від стінок оболонки, проходять різні відстані і потрапляють до приймача в різний час, спотворюючи один одного. Існують способи зменшення спотворень, проте, в основному, за рахунок зменшення смуги пропускання. В результаті багатомодовий волоконно-оптичний кабель завдовжки 100 м може надати смугу пропускання в 1600 МГц при довжині хвилі 0.85 мкм. Стандарт EIA/TIA-568A визначає два типорозміру багатомодового MMF -кабелю: 62,5/125 мкм і 50/125 мкм (перше число – діаметр внутрішнього провідника - серцевини, друге – діаметр оболонки).

Передачу сигналів по волокну в даний час здійснюють в трьох діапазонах: 0.85 мкм, 1.3 мкм і 1.55 мкм. Ці діапазони названі вікнами прозорості. Параметр NA (Numeric Aperture)- числова апертура- дорівнює синусу кута вводу променя у світловоді визначається через показники заломлення шарів. В багатомодовому волокні апертура $NA = 0,2-0,3$ й кут вводу променя не перевищує 12-18о від вісі. В одномодовому волокні апертура $NA = 0,122$ й кут не перевищує 7о від вісі. Чим апертура більше, тим легше вводити промень у волокно, але тоді збільшується модова дисперсія та зменшується смуга пропускання. Як джерело світлових хвиль у волоконно-оптичних каналах використовують світлодіоди (LED, Light Emitting Diode) і лазерні діоди (ILD, Injection Laser Diode).

Перше покоління передавачів (1970 р.) будувалося на основі світлодіодів з довжиною хвилі 0.85 мкм в MMF-режимі. Друге покоління (кінець 1970-х) становили SMF-передавачі, що працюють на довжині хвилі 1.3 мкм. На початку 1980-х з'явилися передавачі третього покоління – лазерні діоди з довжиною хвилі 1.55 мкм. Четверте покоління оптичних передавачів (початок 1990-х) побудоване цілком на лазерних діодах і реалізує когерентні системи зв'язку з ЧМ або ФМ сигналу. П'яте покоління базується на використанні технології легування світловодів домішками ербію, які дозволяють підсилювати сигнали, що проходять по світлопроводу. Швидкість передавання в мережах SONET/SDH сягає 40 Гбіт/с.

Оптичні кабелі мають якнайкращі електромагнітні і механічні характеристики, не схильні до впливу електромагнітних перешкод, утрудняють

перехоплення даних, але їх монтаж найбільш складний і трудомісткий, вимагає застосування спеціалізованого дорогого устаткування і кваліфікованого персоналу.

Безпроводні мережі в основному використовують три технології передачі даних: передача в інфрачервоному діапазоні, передача даних за допомогою широкосмугових радіосигналів і передача даних за допомогою звичайних ("вузькосмугових") радіосигналів.

1.5 Інфрачервоні канали

Інфрачервоні канали працюють в діапазоні частот аж до 1000 ГГц, сигнали мало схильні до впливу електромагнітних перешкод, передача даних може здійснюватися на високій швидкості.

Три основні типи інфрачервоних каналів: прямої видимості; розсіяного випромінювання (хвилі відбиваються від підлоги, стін, стелі); відбитого випромінювання (приймачі напрямлені на загальний відбивач).

Основна проблема ІФЧ- каналів – поглинання і розсіювання інфрачервоних хвиль в атмосфері, сильна залежність від погодних умов. Лист паперу між передавачем і приймачем може блокувати передачу даних.

Використання ненапрявленої антени і малопотужного передавача (100 мВт) обмежує дальність зв'язку до 30-50 м.

Напрявлена антена і могутніший передавач (250 мВт) збільшують можливу дальність зв'язку до 10 км. Продукується устаткування для організації високошвидкісних інфрачервоних каналів (до 155 Мбіт/с) при дальності зв'язку до 150 м.

Радіохвилі, сигнали з вузькосмуговим спектром.

Звичайний радіосигнал займає вузьку смугу радіоспектру поблизу частоти-носія. Для надійного прийому такий сигнал повинен володіти значною енергією. Потужний сигнал з одного боку є сильним джерелом перешкод, а з іншого – він сам дуже схильний до впливу зовнішніх перешкод.

У вузькосмугових системах зв'язку використовується смуга частот в діапазоні 18-19 ГГц. Сигнал на цій частоті не може проникати через стіни (металеві і бетонні). Для організації комп'ютерних мереж вузькосмугові системи практично не застосовуються.

Радіохвилі, сигнали з широкосмуговим спектром.

Радіоканали наземного і супутникового зв'язку утворюються за допомогою передавача і приймача радіохвиль. Радіоканали відрізняються як по частотних діапазонах, так і по дальності каналу.

Діапазони коротких, середніх і довгих хвиль (КХ, СХ і ДХ), використовують амплітудну модуляцію (АМ) сигналу, забезпечують телекомунікацію, але при невисокій швидкості передачі даних. Швидкісними є канали частотної модуляції (FM), що працюють на діапазонах ультракоротких хвиль (УКХ), а також в діапазонах надвисоких частот (НВЧ).

У діапазоні НВЧ (понад 4 ГГц) сигнали вже не відбиваються іоносферою Землі, і для стійкого зв'язку потрібна наявність прямої видимості між передавачем і приймачем. Тому такі частоти використовують або супутникові канали, або радіорелейні канали, де ця умова виконується.

Організація радіоканалу здійснюється в діапазонах частот близько 900 МГц, 2.4 ГГц і 5.7 ГГц.

Широкосмуговий (spread spectrum) сигнал займає значно ширший частотний діапазон, ніж сигнал звичайної передачі. Для розширення спектру використовуються дві основні технології використання псевдовипадкового (шумоподібного) кодування сигналу. Обидві технології покладені в основу безпроводних мереж стандарту 802.11.

При використанні мініатюрних ненапрямлених антен можлива передача даних на декілька десятків метрів (30-50 м). Максимальна дальність зв'язку при роботі зі всенапрявленою антеною досягає 8 км. Напрявлені антени дозволяють збільшити дальність зв'язку до 10 км., а з використанням підсилювачів – до 50 км. Найбільш поширене в даний час устаткування 802.11n забезпечує пропускну спроможність до 300 Мбіт/с.

Розширення спектру частот дозволяє зменшити потужність джерела сигналів (типове значення вихідної потужності – 30...100 мВт). Радіосигналу з розподіленим спектром притаманна висока стійкість до перешкод і надійність, він здатний проникати крізь будівлі і інші споруди, що забезпечує відносно велику дальність зв'язку (для безпроводних середовищ).

1.6 Стільниковий зв'язок

Стільниковий зв'язок заснований на застосуванні кабельних і безпроводних каналів. Базова структура мережі створюється на основі високошвидкісних кабельних каналів зв'язку, а підключення абонентів проводиться по радіоканалах, що дозволяє забезпечити їх мобільність.

Системи стільникового зв'язку будуються у вигляді сукупностей комірок-сот (cell), що покривають обслуговувану територію. В центрі кожної комірки розташовується базова станція (БС), з якою (по радіоканалах) зв'язуються всі абоненти, що знаходяться в межах даної комірки. На базовій станції розташовані приймальна і передавальна антени (часто використовується пара приймальних антен), декілька приймачів і передавачів (частот, що працюють на різних піддіапазонах, в межах виділеної даної БС смугі частот), контролер і блок сполучення з лінією зв'язку. Якщо абонент переміщується в іншу комірку, його починає обслуговувати інша БС. Всі БС пов'язані з центром комутації, у якого є підключення до звичайної міської телефонної мережі. Якщо мережа достатньо велика, то в ній може бути присутніми декілька зв'язаних між собою центрів комутації.

Основним принципом стільникового зв'язку є принцип повторного використання частот (frequency reuse), що дозволяє необмежено нарощувати ємність системи (реальне обмеження – потужність центру комутації). Суть його в наступному. У поряд розташованих комірках використовуються різні смуги частот, що дозволяє сусіднім БС не конкурувати за загальну смугу, а абонентському устаткуванню легко вибирати найближчу до нього БС (по сигналу максимальної потужності). В той же час, одну і ту ж смугу можна використовувати в несуміжних комірках. Групу комірок, в якій кожен частотний діапазон використовується тільки однією коміркою, називають кластером. В результаті, для мережі довільного розміру, виявляється достатньою наявність трьох непересічних частотних діапазонів, тобто мережа може бути розбита на 3-елементні кластери.

Середовищем передачі інформації називаються ті лінії зв'язку (або канали зв'язку), по яких виробляється обмін інформацією між комп'ютерами. У переважній більшості комп'ютерних мереж (особливо локальних) використовуються провідні або кабельні канали зв'язку, хоча існують і бездротові мережі, які зараз знаходять усе більше широке застосування, особливо в портативних комп'ютерах.

Інформація в локальних мережах найчастіше передається в послідовному коді, тобто біт за бітом. Така передача повільніше й складніше, ніж при використанні паралельного коду. Однак треба враховувати те, що при більше

швидкій паралельній передачі (по декількох кабелях одночасно) збільшується кількість сполучних кабелів у число раз, рівне кількості розрядів паралельного коду (наприклад, в 8 разів при 8-розрядному коді). Це зовсім не дріб'язок, як може здатися на перший погляд. При значних відстанях між абонентами мережі вартість кабелю цілком порівнянна з вартістю комп'ютерів і навіть може перевершувати її. До того ж прокласти один кабель (рідше два різнонаправлених) набагато простіше, ніж 8, 16 або 32. Значно дешевше обійдеться також пошук ушкоджень і ремонт кабелю.

Але це ще не все. Передача на більші відстані при будь-якому типі кабелю вимагає складної передавальної й прийомної апаратури, тому що при цьому необхідно формувати потужний сигнал на передавальному кінці й детектувати слабкий сигнал на прийомному кінці. При послідовній передачі для цього потрібно всього один передавач і один приймач. При паралельній же кількості необхідних передавачів і приймачів зростає пропорційно розрядності використовуваного паралельного коду. У зв'язку із цим, навіть якщо розробляється мережа незначної довжини (порядку десятка метрів) найчастіше вибирають послідовну передачу.

До того ж при паралельній передачі надзвичайно важливо, щоб довжини окремих кабелів були точно рівні один одному. Інакше в результаті проходження по кабелях різної довжини між сигналами на прийомному кінці утвориться часове зрушення, що може привести до збоїв у роботі або навіть до повної непрацездатності мережі. Наприклад, при швидкості передачі 100 Мбіт/с і тривалості біта 10 нс це часове зрушення не повиненно перевищувати 5-10 нс.

Таку величину зрушення дає різниця в довжинах кабелів в 1-2 метри. При довжині кабелю 1000 метрів це становить 0,1-0,2%.

Треба відзначити, що в деяких високошвидкісних локальних мережах все-таки використовують паралельну передачу по 2– 4 кабелям, що дозволяє при заданій швидкості передачі застосовувати більше дешеві кабелі з меншою смугою пропускання. Але припустима довжина кабелів при цьому не перевищує сотні метрів.

Прикладом може служити сегмент 100Base-T4 мережі Fast Ethernet.

Промисловістю випускається величезна кількість типів кабелів, наприклад, тільки одна найбільша кабельна компанія Belden пропонує більше 2000 їхніх найменувань.

Всі кабелі можна розділити на три великі групи:

– електричні (мідні) кабелі на основі кручених пар проводів (twisted pair), які діляться на екрановані (shielded twisted pair, STP) і неекрановані (unshielded twisted pair, UTP);

– електричні (мідні) коаксіальні кабелі (coaxial cable);

– оптоволоконні кабелі (fibre optic).

Кожний тип кабелю має свої переваги й недоліки, так що при виборі треба враховувати як особливості розв'язуваного завдання, так і особливості конкретної мережі, у тому числі й використовуваній топології.

Можна виділити наступні основні параметри кабелів, принципово важливі для використання в локальних мережах:

– Смуга пропускання кабелю (частотний діапазон сигналів, що пропускаються кабелем) і загасання сигналу в кабелі. Два цих параметри тісно зв'язані між собою, тому що з ростом частоти сигналу росте загасання сигналу. Треба вибирати кабель, що на заданій частоті сигналу має прийнятне загасання. Або ж треба вибирати частоту сигналу, на якій загасання ще прийнятно. Загасання вимірюється в децибелах і пропорційно довжині кабелю.

– Перешкодозахищеність кабелю й забезпечувана їм таємність передачі інформації. Ці два взаємозалежних параметри показують, як кабель взаємодіє з навколишнім середовищем, тобто, як він реагує на зовнішні перешкоди, і наскільки просто прослухати інформацію, передану по кабелі.

– Швидкість поширення сигналу по кабелі або, зворотний параметр – затримка сигналу на метр довжини кабелю. Цей параметр має принципове значення при виборі довжини мережі. Типові величини швидкості поширення сигналу - від 0,6 до 0,8 від швидкості поширення світла у вакуумі. Відповідно типові величини затримок - від 4 до 5 нс/м.

– Для електричних кабелів дуже важлива величина хвильового опору кабелю. Хвильовий опір важливо враховувати при узгодженні кабелю для запобігання відбиття сигналу від кінців кабелю. Хвильовий опір залежить від форми й взаєморозташування провідників, від технології виготовлення й матеріалу діелектрика кабелю. Типові значення хвильового опору – від 50 до 150 Ом.

2 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ БУДІВНИЦТВА ОПТОВОЛОКОННОЇ ЛІНІЙ

2.1 Вибір траси Косів – Чернівці

2.1.1 Коротка характеристика кінцевих пунктів і варіантів траси

Проектування і будівництво будь-якого об'єкту вимагає знання клімату на ділянці будівництва, категорії ґрунту, ступеня перехрестя місцевості, наявності водойм, озер і т.п. Крім того, необхідно знати ступінь розвитку кінцевих пунктів: населення, промисловість, їх перспективу розвитку.

Косів – справжня столиця гуцульського народного мистецтва. В межах міста протікає невелика і чиста річка Рибниця. Вона утворює декілька порогів – «гуків» – улюблених літніх місць відпочинку жителів і гостей Косова. Над самим міським центром піднімаються скелі Міської гори із залишками валів оборонного замку. На горі природа немов вирізала образи фантастичних створінь, химерні фігури у вигляді веж старовинних замків і гостроверхих шпилів, що піднімаються в небо.

На Гуцульщині, зокрема на Косівщині в Карпатах, здавна існували сприятливі умови для розвитку художніх промислів. Ліси давали прекрасний матеріал для точіння, різьблення і випалювання. Розвинуте вівчарство породило ткацтво та килимарство, виробництво різноманітних декоративно – побутових речей зі шкіри. Наявність гончарної глини стало основою для розвитку кераміки.

Найближча залізнична станція у м. Косів – це Вижниця. Станція приймає лише приміську електричку Чернівці-Вижниця. Потягом до Чернівців можна добратися із залізничних вокзалів Києва, Одеси, Білгород-Дністровська, Львова й Рахова.

Чернівці — адміністративний, політичний і релігійний центр Чернівецької області, важливий культурний та науково-освітній осередок України. Місто розміщене на південному заході України за 40 км від румунського кордону. Чисельність населення міста становить 266,5 тис. осіб (2021). Територія Чернівців становить 153 км². Місто — центр Чернівецької агломерації, населення якої складає 723,1 тис. осіб.

Чернівці розташовані на південному заході України, у східному Передкарпатті, на межі між Карпатами й Східноєвропейською рівниною, за 40 км від кордону з Румунією.

Населений пункт розміщується у східноєвропейському часовому поясі в районі 26 меридіану, місцевий час відрізняється від поясного на 18 хвилин.

Місто розташоване в самому центрі Чернівецької області.

Загальна чисельність суб'єктів господарювання в місті становить 25,4 тисяч. Станом на 1 січня 2006 р. в Державному реєстрі було зареєстровано 6739 юридичних осіб — суб'єктів підприємницької діяльності та майже 19 тис. приватних підприємців — фізичних осіб, які представлені насамперед малими підприємствами. Обсяг реалізованої продукції та наданих послуг малими підприємствами становить 578 млн грн, або 22 % від загальних обсягів по Чернівцях. Питома вага в структурі податкових надходжень міста становить майже 35 %. Найпривабливішими для малих підприємств є торгівля та сфера послуг, ресторанний і туристичний бізнес.

У Чернівцях успішно розвивається гуртова та роздрібна торгівля, промисловість та будівництво. За обсягами реалізації продукції гуртова та роздрібна торгівля у 2005 році займала понад 64 %, промисловість — 23 %, будівництво — 6 %, операції з нерухомістю — 2,3 %, транспорт і зв'язок — понад 2 %.

У промисловому секторі міста склалося 10 галузей, які налічують 70 великих підприємств із загальною чисельністю працівників понад 20 тис. осіб або 13 % працездатного населення міста. Річний обсяг промислового виробництва на цих підприємствах становить близько 775 млн грн. Частка загальноміських податкових надходжень до бюджетів всіх рівнів по промисловості становить 21 %. Визначальними галузями в промисловості міста є харчова, легка, машинобудування і деревообробна. Підприємства харчової промисловості виробляють цукор, хлібобулочні вироби, спирт, олію, м'ясо-молочну, плодоовочеву та іншу продукцію. У легкій промисловості переважає виробництво швейних, трикотажних, панчішно-шкарпеткових виробів, гумового та шкіряного взуття, текстилю. Машинобудування представлене виробництвом нафто- і газопереробного обладнання та сільськогосподарської техніки. В деревообробній галузі домінують виробництво пиломатеріалів, меблів, столярних та інших виробів із дерева.

2.1.2 Опис варіантів траси

Для зниження витрат на доставку кабелю, монтажників до місця будівництва, а також для зручності і економічнішого обслуговування надалі, прийнято прокладати кабель уздовж автомобільних або залізничних шляхів.

На підставі вивчення географічної карти намічаємо можливі варіанти траси і вибираємо найбільш доцільний і економічний (тобто такий, котрий припускає найменший обсяг робіт, найменший обсяг витрат і можливість застосування механізмів прокладання оптичного кабелю). У заміській зоні ВОЛЗ необхідно прокладати уздовж автомобільних доріг, у силу зручності подальшого обслуговування ЛЗ. Переходи через ріки повинні розміщатися на відстані не менш 1000 м від залізничних мостів і мостів магістральних шосейних доріг, на відстані не менш 200 м нижче за течією від мостів шосейних і ґрунтових доріг місцевого значення. Трасу ВОЛЗ вибиратимемо вздовж автомобільних доріг. Таке вирішення пов'язане із зручністю будівництва лінії, окрім того здійснюється транзит через великі населені пункти. При існуючій структурі шляхів між крайовими пунктами Косів-Чернівці можливі три варіанти проходження траси кабелю.

Для вибору оптимальної траси прокладання кабелю було розглянуто три можливих варіанти проходження траси кабелю. Зрівняння цих варіантів наведено в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Загальна характеристика варіантів траси ВОЛЗ

Варіант траси	Довжина, км	Переходи		
		Автошляхи	Залізниці	Водойми
1	86,4	6	7	4
2	87.5	5	4	3
3	91.6	7	9	5

Велику частину витрат при прокладанні траси магістралі складає вартість ВОК і його прокладання, до цього ж у другому варіанті менше переходів через комунікації, тому з економічної точки зору цей варіант більш вигідний. Тому ми обираємо другий варіант траси.

Прокладання волоконно-оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ) виконують уздовж шосейних шляхів, що полегшує транспортування необхідних матеріалів і обладнання ВОЛЗ. На даній трасі оптоволоконної лінії також дуже сприятливий рельєф місцевості для прокладки ОК. У більшості випадків прокладка кабелю в

грунт проводиться кабелеукладачем, а в місцях, де це неможливо, копають вручну, або використовують трактор „ЕТЦ”, для риття траншей.

Необхідна кількість ОК, для будівництва визначається з урахуванням встановлених норм, а саме:

- на підземний ОК, який проложений в ґрунт-2,4%;
- на ОК всіх типів для прокладки їх в телефонну каналізацію ГТС-2,4%;
- на підводний ОК, який прокладено без заглиблення у дно річки або ВОДОЙОМИ-14%.

Довжина траси проектованої лінії зв'язку Косів-Чернівці дорівнює 87.5 км. Довжина траси в міській кабельній каналізації складає 16 км.

Необхідна довжина кабелю для прокладки в ґрунт та для прокладки в кабельній каналізації міста складе $87,5 \cdot 1,024 = 89,6$ км при нормі запасу 2,4%. Запас на прокладку кабелю через ріки складає 14%. Звідси довжина кабелю складе $5,4 \cdot 1,14 = 6,15$ км.

Загальна довжина необхідного кабелю **Лкаб** складає:

$$\text{ЛОКЛБг} = 89,6 + 6,15 = 95,75 \text{ км.}$$

2.2 Вибір системи передачі та типу кабелю

2.2.1 Вибір системи передачі

Для організації даної ВОСП виберемо СП рівня STM-4 фірми "SIEMENS". Функціональна схема мультиплексора STM-4 приведена на (рис.2.1.).

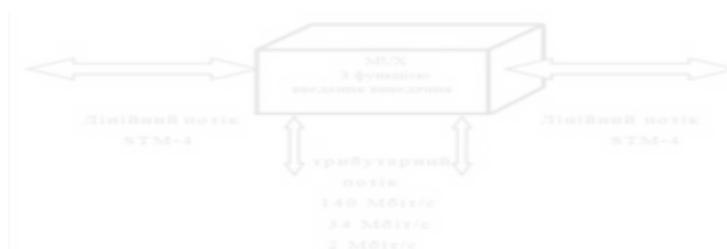


Рисунок 2.1 – Схема мультиплексора з функцією вводу/виводу

Основні технічні характеристики синхронного мультиплексора STM - 4 фірми "SIEMENS" приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технічні характеристики СП рівня STM – 4 фірми "SIEMENS"

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення
Лінійна швидкість	Мбіт/с	622.08
Діапазон довжини хвилі	нм	1520-1560
Максимальний частотний діапазон	нм	0,5
Потужність передачі	дБ	-0,5
Загасання відображеного сигналу ОК	дБ	>10
Допустима хроматична дисперсія	пс	3,5
Мінімальна вхідна чутливість dBm-39	dBm	-10
Максимальна вхідна оптична потужність		
Максимальне відбиття сигналу	дБ	15
Втрати, викликані шумом передавача і дисперсії	дБ	<1

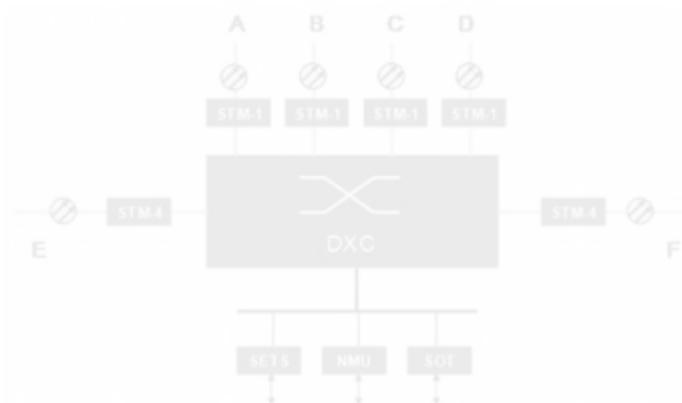


Рисунок 2.2 – Структурна схема мультиплексора

Де:

– SETS (SDH Equipment Timing) – інтерфейс для зовнішніх та внутрішнього джерел синхронізації SDH обладнання. Реалізує функцію вибору між джерелами синхронізації з різними пріоритетами і автоматичне перемикання між ними, а також функцію повідомлень про статус синхронізації SSM, що підвищує надійність роботи.

– NMU – модуль мережевої системи управління;

– SOT (Segment Overhead Terminal) – модуль термінальної обробки секційних змістів.

Мультиплексор SDH STM-4 – призначений для побудови оптичних мереж доступу. Мультиплексор може працювати по двох одномодових оптичних волокнах. STM-4 може працювати, як незалежно, так і сумісно з STM-1, як мультиплексор введення/виводу ADM або як термінальний мультиплексор TM, щоб утворювати лінійні, кільцеві або багатокільцеві ланцюги. STM-4 також може працювати як крос-комутатор.

Інтерфейси мультиплексора Транспорт-s4:

– 4 оптичних інтерфейса 155Мбіт/с - А,В,С,Д, які можуть працювати незалежно або в режимі 1 + 1;

– 2 оптичних інтерфейса 622 Мбіт/с - Е і F, які можуть працювати в режимі 1 + 1.

Відповідає стандартам G.811, G.812 і G.813, тобто може мати декілька джерел синхронізації і здійснювати автоматичне перемикування між ними.

2.2.2 Вибір типу та коротка характеристика оптичного кабелю

В зв'язку з тим, що згідно до завдання необхідно забезпечити на трасі кабельної лінії 89,75 ПЦП, для цього треба передбачити оптичний кабель з одномодовими оптичними волокнами та ВОСП що буде працювати в одно каналному режимі. Згідно до розділу 1.2 для даної траси в якості такого кабелю передбачено кабель типу ОКЛБг-3- ДА12- 2x4Е-0,40 Ф3,5/0,30 Н19 – 8/0 для прокладки в ґрунті та через неглибокі водні перешкоди.

З одного боку, на вибір кабелю впливають параметри ВОСП (ширина смуги і швидкість передачі, довжина хвилі оптичного випромінювача, енергетичний потенціал, допустима дисперсія, спотворення), з другого боку, оптичний кабель повинен задовольняти і технічним вимогам:

– можливість прокладки в таких же умовах, в яких прокладаються і електричні кабелі;

– максимальне використання існуючої техніки;

– стійкість до зовнішніх впливів тощо.

Характеристика кабелю ОКЛБг наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики кабелю типу ОКЛБг

Експлуатаційні характеристики кабелю	
Температурний режим	-10 0С.....+50 0С

Радіус вигину	≥ 30 Дк
Ростягуюче зусилля	$\geq 3,5$ кН
Електричний опір ізоляції оболонки	≥ 2000 МОм · км
Категорія блискавкостійкості, для кабелів з діелектричним ЦСЕ	> 105 кА
Будівельна довжина, км	Від 2 і більше , але не більше 6 км
Конструктивні характеристики	
Оптичні волокна, по ІТУ-Т рекомендації G652; G653; G654; G655	Від 2 до 96
Центральний силовий елемент (ЦСЕ)	Склопластик або сталевий трос в поліетиленовій оболонці
Оболонка, захисний шланг	Поліетилен, ПВХ, негорючі або спеціальні компаунди, металоластмаса
Броньове покриття	Гофрована ламінована стальна стрічка
Розрахункова маса (без жил ДЖ)	232 кг/км



Рисунок 2.3 – Ескіз поперечного перерізу кабелю ОКЛБг-3- ДА12- 2х4Е-0,40
Ф3,5/0,30 Н19 – 8/0

Де:

- 1 – оптичне волокно,
- 2 – трубка оптичного модулю,
- 3 – ГЗ оптичного модуля,
- 4 – центральний силовий елемент,
- 5 – заповнюючий елемент,
- 6 – ГЗ сердечника,
- 7 – проміжна оболонка,

- 8 – гофрована броня,
- 9 – ГЗ броні,
- 10 – захисний шланг.

2.3 Розрахунок параметрів оптоволоконної лінії

2.3.1 Розрахунок оптичних параметрів волокна

Згідно з основними параметрами оптичного кабелю вважаються: геометричні розміри серцевини $2a$ й оболонки $2b$; числова апертура NA і коефіцієнт загасання α , додатковими параметрами являються: відносна різниця показників переломлення Δ , нормована частота V , число мод що поширюється M , критична частота $f_{кр}$.

Для вибраної конструкції ОК необхідно вибрати матеріали для оболонки і сердечника оптичного волокна (ОВ) і визначити показник заломлення (ПЗ) по формулі Селмейера:

$$n^2(\lambda) = 1 + \sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda_i^2}{\lambda^2 - \lambda_i^2}, \quad (2.1)$$

де n – показник переломлення;

A_i, λ_i – коефіцієнти ряду Селмейера для кварцового скла;

λ – довжина хвилі.

Для виготовлення сердечника виберемо кварцове скло з легуючою добавкою (домішкою) окису германії GeO_2 .

Рецептура скла сердечника наступна: 3,5% GeO_2 96,5% SiO_2 .

Для цієї рецептури коефіцієнти ряду Селмейера будуть дорівнювати:

$$A = \begin{pmatrix} 0,7042038 \\ 0,4160032 \\ 0,9074049 \end{pmatrix} \quad \lambda = \begin{pmatrix} 0,0514415 \\ 0,1291600 \\ 9,8961560 \end{pmatrix}.$$

Розрахуємо показник заломлення для сердечника n_1 по формулі (2.1) на довжині хвилі $\lambda = 1,55$ мкм:

$$n_1^2(1,55) = 1 + \frac{0,7042038 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 0,0514415^2} + \frac{0,4160032 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 0,1291600} + \frac{0,9074049 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 9,8961560} = 2,101,$$

$$n_1 = \sqrt{2,101} = 1,4495.$$

Для виготовлення оболонки виберемо кварцове скло з легуючою добавкою (домішкою) окису бору B_2O_3 .

Рецептура скла оболонки наступна: 3.5% B_2O_3 96.5% SiO_2 .

Для цієї рецептури коефіцієнти ряду Селмейера будуть дорівнювати:

$$A = \begin{pmatrix} 0,6929642 \\ 0,4047458 \\ 0,9154064 \end{pmatrix} \quad \lambda = \begin{pmatrix} 0,0604843 \\ 0,1239609 \\ 9,8961520 \end{pmatrix}.$$

Розрахуємо показник заломлення для оболонки n_2 по формулі (2.1) на довжині хвилі $\lambda = 1,55$ мкм:

$$n_2^2(1,55) = 1 + \frac{0,6929642 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 0,0604843^2} + \frac{0,4047458 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 0,1239609^2} + \frac{0,9154064 \cdot 1,55^2}{1,55^2 - 9,8961520} = 2,078,$$

$$n_2 = \sqrt{2,078} = 1,4416.$$

У результаті одержуємо:

– сердечник з діаметром $2a = 7$ мкм і показником заломлення $n_1 = 1,4495$.

– оболонку діаметром $2b = 125$ мкм і показником заломлення $n_2 = 1,4416$.

Розрахуємо значення відносної різниці показників заломлення Δ по формулі 2.2.

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}, \quad (2.2)$$

тоді,

$$\Delta = \frac{1,4495 - 1,4416}{1,4495} = 0,00542.$$

Від значення Δ залежить ефективність вводу випромінювання джерела в оптичному волокні, величини втрат на мікровигинах, дисперсії і імпульсів.

Числова апертура визначає максимальний тілесний кут входження променів у сердцевину волокна, який дорівнює $2QKp$.

Розрахуємо числову апертуру:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx n_1 \sqrt{2\Delta} \quad (2.3)$$

$$NA = \sqrt{1,449^2 - 1,441^2} = 0,15.$$

Для визначення числа мод, які розповсюджуються в ОВ, визначимо нормовану частоту за формулою:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot NA \quad (2.4)$$

де: λ – довжина хвилі, мкм. $\lambda = 1,55$ мкм

$2a = 7$ мкм – діаметр сердцевини ОВ.

Тоді,

$$v = \frac{3,14 \cdot 7}{1,55} \cdot 0,15 = 2,127 < 2,405.$$

Цей параметр визначає режим роботи ОВ. Якщо при ступеневому ППЗ виконується умова, що $0 < v < 2,405$, то режим роботи одномодовий, якщо $v > 2,405$ – багатомодовий. Таким чином, режим роботи одномодовий.

Розрахуємо критичну частоту, при якій розповсюджується лише один тип хвиль HE_{11} :

$$f_0 = \frac{P_{nm} \cdot c}{2a\pi \cdot NA} \quad (2.5)$$

де P_{nm} , – корінь функції Бесселя, дорівнює – 2,405.

Отримаємо,

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8}{3,14 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15} = 2,188 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

Знайдемо також довжину хвилі відсічки по виразу:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi \cdot a \cdot NA}{P_{nm} \cdot n_1} \quad (2.6)$$

$$\lambda_0 = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15}{2,405 \cdot 1,4495} = 0,945 \text{ мкм.}$$

2.3.2 Розрахунок параметрів передавання волокна

Визначимо загасання сигналу ОВ. Втрати сигналу в ОВ обумовлені власними втратами і додатковими, виникаючими в результаті виробництва оптичного волокна, зборки оптичного кабелю, і прокладки ОК.

$$\alpha = \alpha_{\text{в}} + \alpha_{\text{д}}, \quad (2.7)$$

де: $\alpha_{\text{в}}$ – сумарні власні втрати в ОВ, дБ/км;

$\alpha_{\text{д}}$ – додаткові втрати в ОВ, дБ/км.

Сумарні власні втрати в ОВ визначаються, в основному виді:

$$\alpha_{\text{в}} = \alpha_{\text{pp}} + \alpha_{\text{вм}} + \alpha_{\text{іч}} + \alpha_{\text{он}}, \quad (2.8)$$

де α_{pp} – втрати на релеевське розсіювання, дБ/км.

Релеевські втрати можуть бути визначенні для ООВ по формулі:

$$\alpha_{\text{pp}} = \left(\frac{6,3 \cdot 10^{11}}{\lambda^4} \right). \quad (2.9)$$

Втрати в матеріалі $\alpha_{\text{вм}}$ (дБ/км) зв'язані з втратами на поляризацію можуть бути визначені за виразом :

$$\alpha_{\text{вм}} = 2,55 \cdot 10^{-3} \cdot e^{4,634 \cdot 10^3 / \lambda}. \quad (2.10)$$

Втрати сигналів, зв'язані з поглинанням в інфрачервоній області спектру $\alpha_{\text{іч}}$ (дБ/км), обумовлені хвостами резонансних поглинань іонів (атомів). Вони визначаються за виразом:

$$\alpha_{\text{іч}} = 7,81 \cdot 10^{11} \cdot e^{-4,851 \cdot 10^4 / \lambda}. \quad (2.11)$$

Втрати в ОВ виявляються також і на гідроксильному залишку води ОН, значення яких рівні:

$$\alpha_{\text{OH}} = \begin{cases} 0,10 \text{ дБ/км при } \lambda = 850 \text{ нм} \\ 0,05 \text{ дБ/км при } \lambda = 850 \text{ нм} \\ 0,03 \text{ дБ/км при } \lambda = 850 \text{ нм} \end{cases}$$

Таким чином, втрати на релеевське розсіювання дорівнюють (2.9):

$$\alpha_{\text{pp}} = \left(\frac{6,3 \cdot 10^{11}}{1550^4} \right) = 0,109 \text{ дБ/км.}$$

Втрати в матеріалі за (2.10) дорівнюють:

$$\alpha_{\text{вм}} = 2,55 \cdot 10^{-3} \cdot e^{4,6316 / 1550} = 0,05 \text{ дБ/км.}$$

Втрати сигналів, зв'язані з поглинанням в інфрачервоній області за (2.11):

$$\alpha_{\text{іч}} = 7,81 \cdot 10^{11} \cdot e^{-4,8516 / 1550} = 0,02 \text{ дБ/км.}$$

Втрати на гідроксильному залишку води ОН складають:

$$\alpha_{\text{OH}} = 0,03 \text{ дБ/км.}$$

Отже, за формулою (2.8), отримаємо:

$$\alpha_{\text{е}} = 0,109 + 0,050 + 0,02 + 0,03 = 0,209 \text{ дБ/км.}$$

Додаткові втрати, зв'язані з конструктивними особливостями оптичного кабелю, а також з їхньою прокладкою. Експериментально встановлено, що додаткові втрати приблизно складають 40 % від власних втрат і розраховуються за формулою:

$$\alpha_{\text{д}} = 0,4 \cdot \alpha_{\text{в}}, \quad (2.12)$$

$$\alpha_{\text{д}} = 0,4 \cdot 0,209 = 0,084 \text{ дБ/км.}$$

Загальні втрати розраховуються за формулою (2.7):

$$\alpha = 0,209 + 0,084 = 0,293 \text{ дБ/км.}$$

Виконані вище розрахунки показали, що для обраного нами оптичного волокна сумарні втрати на довжині хвилі 1,55 мкм складуть 0,293 дБ/км, що задовольняє рекомендації G.652 ІТУ-Т, по якій загальні витрати дорівнюють 0,3 дБ/км.

Поряд з загасанням α найважливішим параметром волоконно-оптичних систем передачі є смуга частот модуляції оптичної несучої ΔF , що пропускається оптичним волокном. Вона визначає обсяг інформації, яку можна пропустити по

оптичному кабелю.

Дисперсія виникає по двом причинам: некогерентності джерела випромінювання й існування великого числа мод (типів коливання) у випромінюванні. Дисперсія викликана першою причиною, називається хроматичною (частотною) вона поділяється на два види – матеріальну $\sigma_{\text{мат}}$ та хвильоводну $\sigma_{\text{хв}}$ (внутрішньомодову). Матеріальна дисперсія зумовлена залежністю показника заломлення оптичного волокна від довжини хвилі.

Дисперсія, викликана другою причиною, називається модовою (міжмодовою). Вона обумовлена наявністю в випромінюванні великого числа мод, кожна з яких поширюється зі своєю швидкістю. При одномодовому режимі роботи модова дисперсія дорівнює нулю. Чим менше значення дисперсії, тим більший потік інформації можна передати по волокну. В ООВ результуюча дисперсія σ визначається за формулою:

$$\sigma_{\text{хр}}^2 = (\sigma_{\text{мат}} + \sigma_{\text{хв}})^2, \quad (2.13)$$

де: $\sigma_{\text{мат}}$ – матеріальна дисперсія;

$\sigma_{\text{хв}}$ – хвильоводна дисперсія.

Вираз (2.13) для визначення $\sigma_{\text{хр}}$ можна представити у вигляді:

$$\sigma_{\text{хр}} = \sigma_{\lambda} \cdot (M_{\text{мат}} + M_{\text{хв}}), \quad (2.14)$$

де $M_{\text{мат}}$, $M_{\text{хв}}$ – питомі матеріальна і хвильоводна дисперсії оптичного волокна, відповідно;

σ_{\square} – середньоквадратична ширина спектральної лінії джерела випромінювання.

Згідно з паспортними даними використовуваної апаратури ширина спектральної лінії $\sigma_{\square} = 0,6\text{нм}$. Розрахуємо питому хвильоводну дисперсію за формулою :

$$M_{\text{хв}} = \frac{0,992 \cdot \lambda}{4 \cdot \pi \cdot a^2 \cdot n_1 \cdot c}, \quad (2.15)$$

де: a – радіус сердцевини ОВ, мкм;

n_1 – показник заломлення сердцевини ОВ.

Тоді отримаємо:

$$M_{\text{хв}} = \frac{0,992 \cdot 1,55}{4 \cdot 3,5^2 \cdot 3,14 \cdot 1,4495 \cdot 3 \cdot 10^8} = 22,98 \cdot 10^{-12} = 22,98 \text{ пс/(км}\cdot\text{нм)}.$$

Розрахуємо питому дисперсію матеріалу ОВ по методу кінцевих різниць:

$$M_{\text{мат}} = \frac{\lambda}{C \cdot n_1} \left[\sum_1^3 \frac{A_i l_i^2 (3 \cdot \lambda^2 + l_i^2)}{(\lambda^2 - l_i^2)^3} - \left(\frac{dn}{d\lambda} \right)^2 \right], \quad (2.16)$$

де: $\frac{dn}{d\lambda}$ – перша похідна показника заломлення.

Розрахуємо першу похідну показника заломлення за формулою:

$$\frac{dn}{d\lambda} = - \frac{\lambda}{n_1} \sum_1^3 \frac{A_i \cdot l_i^2}{(\lambda^2 - l_i^2)^2}, \quad (2.17)$$

Отримаємо:

$$\frac{dn}{d\lambda} = - \frac{1,55}{1,4495} \left[\frac{0,70420380,0514415^2}{(1,55^2 - 0,0514415^2)^2} + \frac{0,41600320,1291600^2}{(1,55^2 - 0,1291600^2)^2} + \frac{0,90740499,8961560^2}{(1,55^2 - 9,8961560^2)^2} \right] =$$

$$= -0,012$$

$$M_{\text{мат}} = \frac{1,55}{3 \cdot 10^5 \cdot 1,4495} \left[\frac{0,7042038 \cdot 0,0514415^2 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 0,0514415^2)}{(1,55^2 - 0,0514415^2)^3} + \right.$$

$$+ \frac{0,4160032 \cdot 0,1291600^2 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 0,1291600^2)}{(1,55^2 - 0,1291600^2)^3} +$$

$$\left. + \frac{0,90740499,8961560 \cdot (3 \cdot 1,55^2 + 9,8961560^2)}{(1,55^2 - 9,8961560^2)^3} - (-0,012)^2 \right] =$$

$$= -19,12 \text{ пс/(км}\cdot\text{нм)}$$

Тепер розрахуємо загальну питому хроматичну дисперсію за формулою (2.14):

$$M_{\text{хр}} = 22,98 + (-19,12) = 3,86 \text{ пс/(км}\cdot\text{нм)}.$$

Виконані вище розрахунки показали, що для обраного нами оптичного волокна хроматична дисперсія на довжині хвилі 1,55 мкм складає 3,86 пс/(км·нм), що задовольняє рекомендації G.652.

Максимальна довжина ділянки регенерації по загасанню визначається за формулою:

$$L_{p1\max} = \frac{EP - \alpha_{\Sigma} - 2 \cdot \alpha_{дв} + \alpha_{вв} - 2 \cdot \alpha_{вп}}{\alpha + \frac{\alpha_{вв}}{\lambda_{\sigma}}} \quad (2.19)$$

Мінімальна довжина ділянки регенерації по загасанню з АРУ визначається за формулою:

$$L_{p1\min} = \frac{EP - A - \alpha_{\Sigma} - 2 \cdot \alpha_{дв} + \alpha_{вв} - 2 \cdot \alpha_{вп}}{\alpha + \frac{\alpha_{вв}}{\lambda_{\sigma}}} \quad (2.20)$$

де: A – діапазон АРУ приймальної частини апаратури (ПРОМ);

α_{Σ} – запас системи за потужністю;

$\alpha_{дв}$ – втрати потужності у роз'єдному з'єднанні джерела випромінювання в ВОЛОКНО;

$\alpha_{вп}$ – втрати в роз'єдному з'єднанні волокна з приймачем;

α – загасання оптичного кабелю типа ОКЛБГ на довжині хвилі 1,55 мкм;

λ_{σ} – будівельна довжина кабелю;

$\alpha_{вв}$ – втрати в місцях зварювання волокон між собою.

Максимальна довжина ділянки регенерації по загасанню визначається за формулою (2.20):

$$L_{p1\max} = \frac{38,5 - 6 - 2 \cdot 0,5 + 0,1 - 2 \cdot 0,5}{0,3 + \frac{0,1}{4}} = 94,1 \quad \text{км.}$$

Мінімальна довжина ділянки регенерації по загасанню визначається за формулою (2.21):

$$L_{p1\min} = \frac{38,5 - 15 - 6 - 2 \cdot 0,5 + 0,1 - 2 \cdot 0,5}{0,3 + \frac{0,1}{4}} = 48 \quad \text{км.}$$

2.3.3 Розрахунок довжини регенераційної ділянки по дисперсії

Довжина регенераційної ділянки L_{p2} обмежена дисперсією сигналів в ОВ, не повинна перевищувати:

$$L_{p2} \leq \frac{0.25}{\sigma_{xp} \cdot B_{л}}, \quad (2.21)$$

де: $B_{л}$ – лінійна швидкість передачі апаратури, 6 ГГц ;

σ_{xp} – хроматична дисперсія, яка може бути розрахована за формулою:

$$\sigma_{xp} = M_{xp} \cdot \Delta_{\lambda}, \quad (2.22)$$

де: Δ_{λ} – ширина спектральної лінії джерела випромінювання, $\Delta_{\lambda} = 0,2$ нм.

M_{xp} – питома хроматична дисперсія, $M_{xp} = 19$ пс/нм·км.

Отже,

$$\sigma_{xp} = 19 \cdot 0,2 = 3,8 \text{ пс/км.}$$

Розрахуємо довжину регенераційної ділянки L_{p2} обмежену дисперсією сигналів в ОВ за формулою (2.21):

$$L_{p2} \leq \frac{0.25}{3,8 \cdot 10^{-12} \cdot 622 \cdot 10^6} = 105,8 \text{ км.}$$

Так як довжина регенераційної ділянки по загасанню менша ніж по дисперсії, то вибрана максимальна довжина регенераційної ділянки буде дорівнювати 94,1 км.

2.4 Розміщення регенераційних пунктів

Так як довжина проектуємої лінії передавання складає 95,75 км, а максимально допустима довжина секції синхронного транспортного модуля четвертого рівня ієрархії (STM-4) при номінальній довжині хвилі джерела випромінювання (1550 нм) – порядку 94,1 км є необхідність використання регенераторів в лінійному тракті.

Довжина регенераційної ділянки волоконно-оптичної лінії зв'язку визначається передаточними характеристиками кабелю: його коефіцієнтом загасання та дисперсією.

Загасання кабелю призводить до зменшення потужності, яка передається, що, відповідно, лімітує довжину регенераційної ділянки.

Дисперсія кабелю призводить до поширення імпульсів, які передаються, і чим довша лінія, тим більше вносимо похибки імпульсів, що в свою чергу, також накладає обмеження пропускної можливості кабелю.

Довжина регенераційної ділянки обирається по найменшому значенню L_{p1} або L_{p2} (довжина регенераційної ділянки по загасанню та по дисперсії, відповідно).

Згідно з розрахунками, які наведено в попередніх пунктах, (розрахунок довжини регенераційної ділянки по загасанню та розрахунок довжини регенераційної ділянки по дисперсії), було зроблено висновок, що довжина регенераційної ділянки обмежується загасанням ($L_{p1} < L_{p2}$).

З огляду на максимальне і мінімальне значення довжини регенераційної ділянки, і беручи до уваги проходження траси кабелю, було вирішено встановлювати регенератори в населених пунктах відстань між якими не перевищує максимальних та мінімальних допустимих значень розрахованої довжини регенераційної ділянки.

Так як вибір місця розташування регенераційних пунктів обирається з урахуванням зручності їх обслуговування, можливості підвезення апаратури та іншого обладнання, а також під'їзду до них в будь-яку пору року, найоптимальнішим є встановлення регенераторів у вузлах зв'язку (та інших приміщеннях, які є власністю підприємств зв'язку) обраних населених пунктах.

Для нормальної роботи волоконно-оптичної системи передачі необхідно забезпечити на вході прийомно-оптичного модуля потужність сигналу більшу, ніж потужність заданого порогу чутливості цього модуля (P_0), при якій забезпечується необхідний коефіцієнт помилок.

Будемо використовувати наступні дані:

$P_d = -0,5$ дБм – потужність джерела випромінювання;

$a_r = 0,5$ дБ – втрати на роз'ємному з'єднувачі;

$a_n = 0,1$ дБ – втрати на нероз'ємному з'єднувачі;

$P_z = 6$ дБм – енергетичний запас по потужності сигналу в розрахунку на можливі погіршення параметрів компонентів ВОСП;

$P_0 = -39$ дБм – потужність сигналу на прийомі, при якій забезпечується задана якість передачі інформації;

$l = 4$ км – будівельна довжина кабелю.

3 БУДІВНИЦТВО ТА МОНТАЖ ВОСП

3.1 Монтажу оптичного кабеля

У більшості випадків прокладку кабелю в ґрунт передбачається виробляти безтраншейним способом з використанням ножових кабелеукладачем, але в місцях, де це неможливо кабель прокладається в кабельну каналізацію.

Інвестиційна політика передбачає підвищення ефективності використання капітальних вкладень та їх економічне регулювання. Неабиякою мірою цьому сприяє не тільки висока якість підготовлених проектних матеріалів і документів, але і організація будівельно-монтажних робіт на проектованій кабельній лінії при мінімально можливих термінах будівництва. Початку будівництва кабельних ліній передують проведення низки підготовчих заходів щодо вивчення проектно-кошторисної документації, траси лінії, особливо на складних ділянках і перетини. При цьому складається проект виробництва робіт із вказівкою термінів і послідовності виконання окремих видів робіт. У підготовчий період уточнюються місця розташування будівельних підрозділів, кабельних майданчиків, проводиться підготовка автотранспорту і механізмів, інструментів, вимірювальної апаратури і тому подібне.

При будівництві лінійно-кабельних споруд (ЛКС) кабельних ліній зв'язку виконуються наступні основні роботи:

- розбиття та підготовка траси;
- прокладання кабелю;
- монтаж кабелю;
- організація переходів через річки й інші перешкоди;
- спорудження телефонної каналізації і прокладання кабелю в каналізації;
- установка НРП й устаткування введень в них;
- організація введення в кінцеві та обслуговувані підсилювальні пункти;
- організація захисту кабельної лінії від зовнішніх електромагнітних полів;
- проведення випробувань та робіт електровимірювань у процесі будівництва і монтажу. Будівництво лінійних споруд пов'язане з необхідністю виконання великих об'ємів земляних робіт, тобто робіт, пов'язаних з розробкою і переміщенням ґрунтів. До них відносяться: риття траншей і котлованів, їх засипання, планування поверхні землі, розтин і відновлення вуличних покривів.

Трудомісткість виконання земляних робіт залежить від групи ґрунту та можливості застосування спеціальних машин і механізмів.

Монтаж ОК – один з найбільш складних і відповідальних видів роботи. Монтаж ОК може бути нероз'ємним і рознімної. З'єднання окремих будівельних довжин лінійних ОК здійснюється за допомогою нероз'ємних з'єднань: зварювання, склейка і рознімних які називаються механічними з'єднувачами. Для підключення ОК до приймально-передавального апаратури використовуються рознімні з'єднувачі (рознімання).

Для захисту місць з'єднання встановлюються захисні муфти, а в місцях з'єднання лінійного і станційного ОК пристрою стику станційного і лінійного кабелів (УССЛК).

Монтаж полягає:

- звільнення кабелю і волокон від захисних покрівів;
- перевірка несправності волокон;
- з'єднання силових елементів;
- підготовки торців світловодних волокон;
- з'єднання волокон;
- відновлення захисних покрівів.

Торці волокон повинні бути чистими, гладкими, плоскими, а їхній скол повинний бути строго перпендикулярній осі волокна. Дуже важливим є геометричне узгодження волокна при стику, а саме:

- мінімальний поперечний зсув осей;
- мінімальні зазори між площинами торців;
- мінімальний кутовий зсув осей.

Крім того, для одномодових світловодів факторами, що впливають на загасання в з'єднанні, є деформація серцевин і непогодженість розміру модових плям. Невиконання всіх цих вимог приводить до додаткових утрат.

У даній бакалаврській роботі для з'єднання оптичних волокон будемо використовувати зварювання. Це найбільш розповсюджений спосіб одержання нероз'ємних з'єднань ОВ. Зварювання що з'єднуються ОВ передбачає оплавлення кінців світловодів у результаті їхнього приміщення в поле могутнього джерела теплової енергії: поле електричного розряду, полум'я газового пальника в зону могутнього лазерною випромінювання. Кожен метод має як достоїнства так і недоліки. Найбільш розповсюдженим способом є зварювання ОВ у поле електричного розряду. Зварювання ОВ у полі електричного розряду складаються з двох етапів:

– попереднє оплавлення торців світловодів. Ця операція використовується з метою часткової ліквідації мікро нерівностей, що виникають на торцях ВР під час сколювання. Тік у режимі оплавлення досягає 10...12 мА;

– безпосереднє зварювання ОВ. При цьому струм дуги досягає 12...16 мА. Для автоматизації процесу зварювання ОВ і незалежності якості з'єднання від кваліфікації працівників останнім часом були розроблені і впроваджені автоматичні зварювальні апарати, що помітно підвищили швидкість і якість з'єднання світловодів.

3.2 Втрати в з'єднаннях ОК

Вибір того чи іншого методу визначається типом ОВ та його конструктивними особливостями, методами прокладання та економічними факторами.

До конструктивних відносяться: багаточисельність чи індивідуальність ОВ, що зрощуються, постійність з'єднання, прямі та зворотні втрати в з'єднаннях, щільність розміщення волокон, складність метода, універсальність монтажу.

При виборі метода отримання з'єднань слід враховувати стабільність загасання в місці з'єднання, механічну міцність з'єднання та стабільність роботи в умовах оточуючого середовища.

Економічні фактори: вартість матеріалів, що використовуються при з'єднанні; необхідного обладнання та інструментів, рівень професійної підготовки персоналу, працевитрати на прокладання та монтаж. Загалом процес з'єднання оптичних волокон складається з трьох етапів:

1. Підготування оптичних волокон до з'єднання.
2. З'єднання оптичних волокон.
3. Захист місця з'єднання.

3.3 Методи отримання з'єднань ОК

Підготування оптичних волокон до з'єднання є операцією, що багато в чому визначає якість процесу з'єднання. Підготування оптичних волокон до з'єднання зводиться до виконання двох послідовних операцій:

1. Видалення захистної оболонки.

2. Сколювання торцьової поверхні.

Видалення захистного покриття волокна може виконуватись як механічними так і хімічними засобами. Після видалення захистної оболонки переходять до сколювання волокна. Скол волокна виконується для утворення гладкої ("дзеркальної"), перпендикулярної до осі поверхні торця волокна. Це, як правило, досягається шляхом застосування спеціального сколюючого інструменту або поліровки торця волокна в спеціальному фіксаторі. Сьогодні в світі випускається широкий асортимент інструментів для сколювання волокна, різних по виконанню та вартості.

Для забезпечення якісного з'єднання треба, щоб відхил поверхні торця від перпендикуляра до осі волокна не перевищував 1 %.

Досить часто, навіть при досить якісному, на перший погляд, сколі дзеркально гладкою залишається лише частина торцьової поверхні, тоді як на іншій частині поверхні з'являються так звані пірйова зона та зона туману. Для того, щоб уникнути цього виконують полірування торців при механічних способах з'єднань або попереднім оплавленням при зварюванні.

Після сколювання виконується перевірка якості торця волокна. Перевірка якості, як правило, виконується за допомогою мікроскопа. На поверхні торців не повинно бути виступів, подряпин, обломів, зазубрин, пилу, бруду. Поверхня торця повинна бути перпендикулярна до осі волокна.

Найбільш розповсюдженим способом отримання нероз'ємних з'єднань ОВ є зварювання. Зварювання передбачає розплавлення кінців волоконних світловодів в результаті поміщення їх в поле потужного джерела теплової енергії: поле електричного розряду, полум'я газового пальника, в зону потужного лазерного випромінювання. Кожний з цих методів зварювання має свої достоїнства і недоліки. Достоїнством зварювання ОВ за допомогою лазера слід вважати можливість отримання чистих з'єднань, із-за відсутності в них

сторонніх матеріалів, і як наслідок, досить малих втрат, порядку 0,1 дБ. Як правило в якості джерела лазерного випромінювання великої потужності (до 5 Вт) використовуються газові лазери на CO₂. Устаткування для такого зварювання волоконних світловодів виготовляється фірмами Cabloptic та ін..

Зварювання в полум'ї газового пальника використовують головним чином для з'єднання багатомодових ОВ. До переваг даного способу – зварювання слід віднести можливість отримання з'єднань що відрізняються підвищеною міцністю місця з'єднання.

В якості джерела для полум'я використовують суміш: пропану та кисню, або кисню-хлору-водню. Втрати в сполученнях близькі до 0,1 дБ. Обладнання для зварювання виготовлювалось фірмами Cabloptic (Швейцарія) та AT&T (США).

Однак найбільшого застосування отримав спосіб зварювання ОВ у полі електричного розряду. Зварювання ОВ в полі електричного розряду виконується в наступній послідовності:

1. Підготування торцьових поверхонь оптичних волокон.

2. Юстування оптичних волокон. Після встановлення кінців оптичних волокон в напрямній системі зварювального апарату, виконують вирівнювання (юстування) волокон.

3. Попереднє оплавлення торців світловодів. Ця операція виконується з метою часткової ліквідації мікронерівностей, що виникають на торцьових поверхнях під час сколювання волокон. Струм в режимі оплавлення сягає 10... 12 мА;

4. Безпосереднє зварювання волокон. При цій операції струм дуги сягає 12... 16 мА.

Для реалізації зварного з'єднання оптичних волокон розроблено ряд зварювальних апаратів, їх можна класифікувати по:

1. способу юстування кінців оптичних волокон (по геометричним розмірам серцевин або по втратам світла, що розповсюджується через місце зварювання);

2. способу проведення операції (ручні та автоматичні);

3. по типу контрольного пристрою (мікроскоп, монітор на рідких кристалах і т.ін.);

4. кількості волокон, що зварюються (одноволоконні та багатоволоконні).

Як видно з наведеної послідовності виконання операцій по зварюванню оптичних волокон існує два способи реалізації процесу юстування кінців оптичних волокон. Перший базується на вирівнюванні серцевин волокон по їх геометричним розмірам (Profile Alignment System - PAS) за допомогою бокового підсвітлювання кінців волокон, що з'єднуються (поля зварювання).

Другий спосіб базується на вирівнюванні серцевин волокон шляхом мінімізації втрат світла, що розповсюджується через волокна і місце їх з'єднання (Local Injection and Detection - LID). Цей спосіб є найбільш ефективним оскільки на відміну від першого, якість зварного з'єднання залежить не від індивідуальної майстерності робітника, що виконує зварювання, а від зварного апарату. До того, слід додати, що в сучасних апаратах, для керування процесами юстування та

зварювання використовується мікропроцесори, що дозволяє досягти мінімальних (до 0,1 дБ) втрат на з'єднаннях.

Після здійснення операції зварювання якість з'єднання перевіряється як візуально так і вимірюванням за допомогою рефлектометра. При вимірюванні контролюється рівень втрат в з'єднанні. Якщо рівень втрат перевищує норму, приймається рішення про повторне з'єднання і усі операції виконуються наново.

Дефекти зварювання, що можна виявити візуально можна розподілити на чотири типи: наявність пузирів, стоншення, стовщення та нестикування (розрив).

Питання монтажу лінійного тракту волоконно-оптичних систем передачі охоплює різні галузі науки та техніки. Існуючі методи з'єднань ОК передбачують використання, головним чином нероз'ємних з'єднань. Для з'єднання окремих будівельних довжин ОК найбільш розповсюдженим методом є зварювання волокон в полі електричного розряду. Ця технологія добре відпрацьована, створено прецизійне технологічне обладнання, що забезпечує низький рівень втрат в з'єднаннях як багатомодових, так і одномодових ОВ (до 0,1 дБ). Останнім часом істотну конкуренцію зварюванню складають нероз'ємні механічні з'єднувачі.

Для роз'ємного з'єднання волокон між собою та підключення їх до кінцевого обладнання в даний час розроблена велика кількість різних типів оптичних роз'ємів. Причому, в місці стику як багатомодових, так і одномодових ОВ отримані втрати на рівні зварних з'єднань (0,1-0,3 дБ).

Однак вибір того, чи іншого способу з'єднання ОВ визначається: типом ОВ та його конструктивними особливостями, методами прокладання та економічними факторами. Так при будівництві міжміських волоконно-оптичних ліній зв'язу (ВОЛЗ) великої довжини, із застосуванням багатоволоконних (понад 12 ОВ) одномодових ОК при виборі способу з'єднання ОВ слід виходити з: критеріїв надійності лінії, потреби досягти великих довжин регенераційних ділянок, необхідності отримання великої кількості з'єднань ОВ. Якщо розглядати кожний з цих критеріїв, то:

1. Надійність. Як критерії надійності можуть бути розглянуті строк служби, стабільність та механічні характеристики з'єднань. Майже усі виробники обладнання для отримання з'єднань ОВ гарантують строк служби 20-30 років, причому строк служби, головним чином, визначається стабільністю з'єднань. Механічні характеристики зварних з'єднань визначаються головним чином механічними властивостями волокна (максимальне зусилля на розрив від 20 до 50 Н), а механічних конструкцією з'єднувача (від 20 до 35 Н).

2. Рівень втрат. При сучасномі рівні зварювальної техніки можна досягти рівня втрат на з'єднаннях одномодових ОВ порядку 0,1 дБ. Більшість механічних з'єднувачів має цей показник на рівні 0,2 дБ. Винятком може бути лише Rotary Mechanical Splice компанії Lucent Technologies, рівень втрат в якому може бути не більше 0,1 дБ.

3. Економічність. Велика кількість з'єднань може призвести до рентабельності купівлі, навідь, досить коштовного зварювального апарату, бо собівартість одного з'єднання в цьому випадку може бути менше собівартості одного з'єднання отриманого за допомогою механічного з'єднувача.

Отже, при будівництві міжміських волоконно-оптичних ліній зв'язку великою довжини найбільш доцільним є використання для отримання з'єднань ОВ зварювальних апаратів.

При будівництві міжміських зонових волоконно-оптичних ліній невеликої довжини (до 200 км) із застосуванням як одномодових так і багатомодових ОК з числом ОВ більше 8, при виборі способу з'єднання ОВ слід головним чином опиратись на собівартість з'єднань та рівень втрат в них. При аналізі економічних показників, слід враховувати: чи дана ВОЛЗ є разовим будівництвом, чи в перспективі буде побудована досить велика мережа волоконно-оптичних ліній, чи вже є зварювальний апарат. У випадку, коли ВОЛЗ, що будується є єдиною, і в перспективі будівництво нових ВОЛЗ не передбачується, а також коли немає жорстких обмежень по втратах на з'єднаннях доцільним є використання нероз'ємних механічних з'єднувачів. Але коли передбачується створення цілої мережі волоконно-оптичних ліній зв'язку, або коли вже є зварювальний апарат більш рентабельним є застосування зварних з'єднань ОВ.

При будівництві ВОЛЗ місцевих мереж для вибору способу з'єднання ОВ слід також опиратись на вщонаведені міркування.

При будівництві локальних інформаційно-обчислювальних мереж, які характеризуються використанням маловолоконних (4-8ОВ) кабелів, та невеликими відстанями між терміналами найбільш ефективним виявляється застосування механічних з'єднувачів. Вибір того, чи іншого типу роз'ємних з'єднувачів (роз'ємів) повинно бути визначено конкретним проектом на базі вивчення пропозицій фірм виробників конкретного типу апаратури систем передачі, вимірювальної техніки і т.ін.

Захист місць з'єднань кабелів виконується за допомогою захисних муфт, а також пристроїв стику станційного та лінійного кабелів.

Останнім часом в Україні та інших країнах СНД почали широко використовувати з'єднувальні муфти деяких закордонних фірм. Розглянемо деякі з них, найбільш відомі.

З'єднувальна муфта фірми Rauchem марки FOSC 100 являє собою муфту тупікового типу. Корпус виконано з високоміцної пластмаси. Складається з основи та кронштейна з прикріпленням блоком касет та зовнішнього циліндричного корпусу тупікової конструкції. Основа має кілька заглушених патрубків, що вскриваються в міру потреби вводу оптичного кабелю різних діаметрів. Кабельні вводи та корпус з основою герметизуються термоусаджуємими манжетами. Блок касет виконано у вигляді книжки і, в залежності від типорозміру муфти, може вмещувати від чотирьох до десяти касет. В кожній з касет укладається запас 10 оптичних волокон з захисними гільзами.

Муфта зручна в монтажі. При ремонті вимагає заміни термоусаджуємих манжет. Великі розміри муфти та ту пікова конструкція являють певні труднощі з її розміщенням в умовах кабельної каналізації країн СНД, але добре себе зарекомендувала при прокладанні кабелів в ґрунт. Муфта має сертифікат відповідності Міністерства зв'язку України.

З'єднувальна муфта фірми Lucent Technologies марки 2500LG' складається з основи, ковпака, касет для розміщення оптичних з'єднань та викладки запасу оптичних волокон (загальною кількістю до 24 зварних або механічних з'єднань) та елементів для герметизації місць вводу кабелів. Муфта виготовлюється з високоміцної пластмаси. Герметизація вводу кабелів виконується за допомогою гумових ущільнювачів та спеціального гелю. Подвійна система герметизації дозволяє з'єднувати два розподільчі та до чотирьох відгалужуємих кабелів.

Касети кріпляться до кронштейнів основи. Замість касети може бути встановлена панель на 4 роз'єми типу ST, що дозволяє організувати роз'ємні з'єднання оптичних волокон. Основа з'єднується з ковпаком муфти за допомогою фіксаторів.

Муфта розбірна і може використовуватись кілька раз.

Розміри муфти та тупікова конструкція являють певні труднощі у випадку її експлуатації в умовах кабельної каналізації. До інших недоліків муфти, слід віднести конструкцію фіксаторів, що з'єднують основу та корпус, та відносну складність монтажу.

З'єднувальна муфта фірми Lucent Technologies марки 2600LG являє собою збільшений варіант муфти 2500LG. Муфта складається з основи, ковпака, касет для розміщення оптичних з'єднань та викладки запасу оптичних волокон

(загальною кількістю до 216 індивідуальних або 432 стрічкових зварних або механічних з'єднань) та елементів для герметизації місць вводу кабелів. Муфта виготовлюється з високоміцної пластмаси. Герметизація вводу кабелів виконується за допомогою гумових ущільнювачів та спеціального гелю. Муфта розрахована на з'єднання до шести ОК.

Касети кріпляться до кронштейнів основи і можуть бути замінені панелью на 36 роз'ємів типу ST. Основа з'єднується з ковпаком муфти за допомогою спеціального хомути. Муфта може використовуватись кілька раз. До недоліків муфти, можна віднести великі розміри, та відносно складність монтажу. Муфти 2500LG та 2600LG мають сертифікат відповідності Міністерства зв'язку України.

3.4 Методи прокладки оптичного кабеля

При будівництві ВОЛЗ виконуються наступні роботи: розбиття траси, доставка кабеля і матеріалів на трасу, випробування кабеля, прокладка, монтаж і пристрій введів. ОК найчастіше прокладаються в каналізації, а також безпосередньо в ґрунт. Також можливе підвішування на опорах і стінах будинків.

В телефонній каналізації прокладаються кабелі, що не мають броневого та захисних покривів. Допускається прокладка в одному трубопроводі декількох оптичних кабелів. Загальне число кабелів, які прокладаються в одному каналізації, не повинне дати більше 20...25% площини перерізу каналу. Зменшення сили тертя при прокладці кабеля досягається приміненням відповідних змазочних матеріалів.

ОК, як правило, виготовляються великими будівничим довжинами – 0.5...1км і більше, тому вони прокладаються транзитом через декілька колодців кабельної каналізації. На відносно прямолінійних відрізках можливо **транзитом затягувати кабель довжиною до 1км, а на трасі, яка має більше число поворотів, будівну довжину кабеля треба зменшити до 500м.**

Безпосередньо в ґрунт прокладаються кабелі, котрі мають зверху оболочку захисно-броневе покриття. Підземна прокладка кабеля здійснюється 2-ма основними способами: кабелеукладачем, а також ручним способом в задалегіть відкрити траншею. Перший спосіб більш продуктивний і досить добре знижує трудоемкість. Глибина прокладки 0.9 . . . 1.2 м.

При використанні кабелеукладача практично одночасно виконується викопування траншеї, розмотка і укладка кабеля. Після проходження кабелеукладача

щілина засипається ґрунтом. При необхідності кабелеукладачем можливо укладувати одночасно 2 кабеля.

Прокладка кабеля у задалегіть прокопані траншеї виконується, як правило, з барабанів установлених на кабельному транспортері або автомашині, яка оснащена козлами-домкратами.

Останній час застосовується також спосіб прокладки ОК в поліетиленовому трубопроводі. Причому відомо 2 варіанти:

- кабель протягається в задалегіть прокладену трубу;
- прокладається конструкція “кабель-труба”, виробляється в промислових

умовах;

Поліетиленова труба має внутрішній діаметр 25мм і товщину стінок 5мм. Простір між кабелем і трубою заповнюється постійно рідким компаундом. Така конструкція має підвищену захищеність від механічних пошкоджень, вологи і стійкості проти гризунів.

В кабельних колодцях і колекторах, які зв'язані з телефонними станціями, ОК прокладається в захисних жолобах прямокутного перерізу (30×33мм) із твердого поліетилену з кришками.

Щоб не припиняти рух транспорту під час будівництва кабельної лінії, на перетині траси з шосейними дорогами і залізницею, як правило, укладають в попередньо закладені під проїзною частиною труби. Укладка труб в основному пласмасових або асбоцементних, як правило виконується способом горизонтального буріння ґрунта. Число труб визначається проектом. Кінці труб повинні виходити не менше ніж на 1м від краю кювета і лежать на глибині не менше 0.8 м від його дна.

Буріння ґрунта і затяжка труб здійснюється гідравлічним буром, бурильношнековою установкою або пневмодібійником. Процес буріння заключається у наступному. З допомогою гідравлічного блоку циліндрів і насоса високого тиску в ґрунт заштовхується стальна штанга, яка складається з відрізків 1м, накручених один на одного по мірі проштовхування. Після виходу на протилежну сторону шосе (залізниці) кінець першої штанги з накрученим наконечником, останній заміряють розширником, протягують в оберненому напрямку; при цьому в ґрунті в результаті його ущільнення створюється канал. Далі за розширювачем в канал проштовхують труби, що звичайно вдається зробити при ширині переходу до 12м.

3.5 Технічна експлуатація ВОЛЗ

Технічна експлуатація ВОЛЗ забезпечується у відповідності з основним діючим положенням по організації технічної експлуатації лінійно-кабельних споруд (ЛКС) міжміського зв'язку з урахуванням особливостей технічного обслуговування і ремонту ЛКС ВОЛЗ.

Основними експлуатаційними підрозділами, що забезпечують технічну експлуатацію ЛКС ВОЛЗ міжмісько зв'язку є підрозділи, передбачені відповідними нормативними актами Міністерства зв'язку України.

На магістральних і зонових мережах ці підрозділи адміністративно об'єднані з ОРП, організуються в експлуатаційні підрозділи – лінійно-технічні цехи (ЛТЦ).

В функції промислових лабораторій зв'язку, зв'язаних з технічним обслуговуванням і ремонтом ВОЛЗ, входить вимірювання характеристик ОК і виконання відповідних монтажних робіт.

З метою систематичного аналізу стану ЛКС, ефективності методів експлуатації, причин, характеру і тривалості аварій і пошкоджень в експлуатаційних підрозділах ведеться промислова документація. Промислова документація по експлуатації ВОЛЗ ділиться на:

- нормативно-довідкову;
- оперативно-технічну;
- організаційну;

Форми документації, порядок її заповнення і зберігання визначаються відповідними постановами Міністерства зв'язку України.

Технічне обслуговування ЛКС – комплекс технічних і організаційних заходів, направлених на підтримку роботоспроможності лінійних споруд і забезпечення їх надійного функціонування в процесі технічної експлуатації.

До робіт по технічному обслуговуванню ЛКС ВОЛС відносяться оперативний контроль технічного стану споруд і виконання планово-профілактичних робіт.

Опкративний контроль передбачає постійний контроль параметрів ОК і стану ЛКС по сигналам телемеханіки, при необхідності – негайний виїзд на трасу для прийняття необхідних заходів по передбаченню пошкоджень або аварійних ситуацій; контрольний огляд та перевірка технічного стану ЛКС на трасі.

До планово-профілактичних робіт відносять:

- вимірювання параметрів передачі ОК;

- проведення робіт по захисту ЛКС на трасі від механічних пошкоджень;
 - обслуговування кабельної каналізації;
 - ремонт устаткування, інструментів та засобів механізації;
- При проведенні робіт на ЛКС виконується:
- ліквідація наслідків пошкоджень і аварій ЛКС;
 - підтримка в робочому стані аварійного запасу кабеля, приладів, інструментів, засобів механізації;
 - ремонт ЛКС проводиться з метою підтримки або відновлення їх первинних експлуатаційних характеристик;
 - капітальний ремонт проводиться періодично, в залежності від технічного стану ЛКС;
- Аварійно-відновлювальний ремонт виконується при повній зупинці роботи лінійного тракту однією і більше систем зв'язку. Аварійно-відновлювальний ремонт виконується в строки і в об'ємах відповідно основних положень про організацію аварійно - відновлювальні роботи та інструкцій Міністерства зв'язку України.

3.6 Вимірювання параметрів лінійного тракту ВОЛЗ

Перелік основних вимірювальних приладів для визначення параметрів, що підлягають вимірюванню:

- Тестер оптичний ОМКЗ-76 – призначений для вимірювання величини загасання оптичного випромінювання в світловодних трактах ВОЛЗ (метод втрат, що вносяться), а також для вимірювання середньої потужності випромінювання в трактах світловодних систем.

Генератор оптичних і електричних імпульсів комбінований ОГ5-87 - призначений для забезпечення вимірювань параметрів світловодних систем і ЦСП інформації.

- Джерело оптичних імпульсів ОИ9 призначене для перетворення електричних імпульсів в оптичні для забезпечення вимірювання параметрів волоконно-оптичних ліній і ЦСП.

Оскільки оптичні кабелі призначені для застосування на звичайних мережах зв'язку, то і умови їх експлуатації повинні в основному задовольняти прийнятим принципам технічної експлуатації ліній зв'язку. Однак специфіка оптичних кабелів, в яких електромагнітна енергія розповсюджується по волоконних

світловодах, обумовлює своєрідність методів, схем вимірювання і контролю їх параметрів. Основні схеми і методи проведення вимірювань параметрів оптичних кабелів визначаються ГОСТ 26814-86.

Вимірювання загасання оптичних кабелів проводять методами обриву і втрат, що вносяться. Допускається для вимірювання загасання використовувати метод вимірювання розподілу втрат по довжині (метод розсіювання)

Загасання вимірюють на фіксованій довжині хвилі або у всій спектральній смузі пропускання кабелю, що повинне бути вказано в стандартах або технічних умовах на кабель.

Метод обриву заснований на порівнянні значення потужності оптичного випромінювання, вимірюного на вході довгого відрізка кабелю, зі значенням потужності, виміряним на виході його короткої ділянки, утвореної за рахунок обриву кабелю з початку зразка, що вимірюється. При вимірюванні необхідно забезпечити постійність потужності, що вводиться в оптичне волокно кабелю, що вимірюється, і незмінність модового складу випромінювання.

Метод застосовують для вимірювання загасання оптичних кабелів, не армованими оптичними з'єднувачами.

Для вимірювання загасання відбираються відрізки кабелю з відомою довжиною, що пройшли випробування на оптичну цілісність методом зворотного розсіювання. Мінімальна довжина кабелю повинна бути вказана в стандартах або технічних умовах на конкретний оптичний кабель. Мінімальний діаметр барабана або бухти повинен бути вказаний в стандартах або технічних умовах на конкретний оптичний кабель.

Торцеві поверхні оптичних волокон кабелю, що вимірюється повинні бути перпендикулярні осі волокон і не мати сколовши і пошкоджень, перешкоджаючих проходженню оптичного випромінювання.

Перпендикулярність торцевих поверхонь до осі волокна і відсутність на них сколу визначають за допомогою мікроскопу.

Генератор оптичних і електричних імпульсів комбінований ОГ5-87 – призначений для забезпечення вимірювань параметрів світловодних систем і ЦСП інформації.

Джерело оптичних імпульсів ОИ9 призначене для перетворення електричних імпульсів в оптичні для забезпечення вимірювання параметрів волоконно-оптичних ліній і ЦСП.

Оскільки оптичні кабелі призначені для застосування на звичайних мережах зв'язку, то і умови їх експлуатації повинні в основному задовольняти прийнятим

принципам технічної експлуатації ліній зв'язку. Однак специфіка оптичних кабелів, в яких електромагнітна енергія розповсюджується по волоконних світловодах, обумовлює своєрідність методів, схем вимірювання і контролю їх параметрів. Основні схеми і методи проведення вимірювань параметрів оптичних кабелів визначаються ГОСТ 26814-86.

Метод заснований на послідовному вимірюванні потужності оптичного випромінювання на виході волокна оптичного кабеля, що вимірюється і на виході допоміжного волокна, армованого оптичним з'єднувачем.

Метод застосовують для вимірювання загасання оптичних кабелів, оптичні волокна яких армовані оптичними з'єднувачами.

Відбір зразків проводять відповідно до вимог, вказаних в методі обриву. Оптичні волокна кабеля, підготовленого для вимірювань, повинні бути армовані оптичними з'єднувачами.

Вимірювання розподілу оптичних втрат по довжині оптичного кабеля методом зворотного розсіювання.

Метод заснований на реєстрації зворотнього розсіюваного випромінювання в оптичному волокні кабеля, що вимірюється при проходженні через нього оптичного імпульсу і вимірюванні залежності від часу інтенсивності (потужності) цього випромінювання. Метод придатний для визначення розподілу оптичних втрат по довжині кабеля, загасання кабеля, розподілених і локальних неоднорідностей типу: обриву, місць зварювання і відстані до неоднорідностей, вимірювання значення втрат на неоднорідностей, а також довжини хвилі волокна, цілісності волокна і відстані до місця обриву.

Відбір зразків проводять відповідно до вимог вказаних в методі вимірювання загасання.

Схожість

Джерела з Бібліотеки

77

1	Студентська робота	ID файлу: 6816948	Навчальний заклад: Donetsk National Technical University	2 Джерело	3.97%
2	Студентська робота	ID файлу: 1001155569	Навчальний заклад: National Aviation University		2.54%
3	Студентська робота	ID файлу: 1009539315	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine	2 Джерело	2.39%
4	Студентська робота	ID файлу: 1006774526	Навчальний заклад: National Aviation University	3 Джерело	2.37%
5	Студентська робота	ID файлу: 1007508781	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	31 Джерело	2.23%
6	Студентська робота	ID файлу: 1000767883	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...		2.11%
7	Студентська робота	ID файлу: 960845	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	6 Джерело	1.56%
8	Студентська робота	ID файлу: 1003635225	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		1.21%
9	Студентська робота	ID файлу: 1001306012	Навчальний заклад: National Aviation University	4 Джерело	1.03%
10	Студентська робота	ID файлу: 1001194368	Навчальний заклад: National Aviation University		0.82%
11	Студентська робота	ID файлу: 1008155592	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		0.79%
12	Студентська робота	ID файлу: 4831736	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University	2 Джерело	0.43%
13	Студентська робота	ID файлу: 1011264720	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		0.38%
14	Студентська робота	ID файлу: 1000066446	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.34%
15	Студентська робота	ID файлу: 12277059	Навчальний заклад: National University Ostroh Academy		0.29%
16	Студентська робота	ID файлу: 1014958087	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.24%
17	Студентська робота	ID файлу: 6003260	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		0.24%
18	Студентська робота	ID файлу: 1967905	Навчальний заклад: National University of Life and Environmental Sciences	2 Джерело	0.23%
19	Студентська робота	ID файлу: 1008331051	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.23%
20	Студентська робота	ID файлу: 1005641741	Навчальний заклад: Cherkasy State Technological University		0.19%

21	Студентська робота	ID файлу: 1005792128	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...	0.19%
22	Студентська робота	ID файлу: 1004144465	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.15%
23	Студентська робота	ID файлу: 1010164376	Навчальний заклад: Kharkiv National Air Force University named ...	0.15%
24	Студентська робота	ID файлу: 1005783810	Навчальний заклад: National Technical University of Ukr: 4 Джерело	0.12%
25	Студентська робота	ID файлу: 1003941477	Навчальний заклад: National Aviation University 2 Джерело	0.1%
26	Студентська робота	ID файлу: 1008360812	Навчальний заклад: Taras Shevchenko National Universit 2 Джерело	0.1%
27	Студентська робота	ID файлу: 1007946042	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National 2 Джерело	0.09%