

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА ПРОГРАМУВАННЯ ТА МАТЕМАТИКИ

До захисту допускається

В.о. завідувач кафедри

_____ Лифар В.О.

« _____ » _____ 2018 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

НА ТЕМУ:

Розроблення засобу діагностування

комп'ютерних мереж

Керівник роботи:

(підпис)

Іванов В.Г.

(ініціали, прізвище)

Студент

(підпис)

Говтва С.П.

(ініціали, прізвище)

:

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Група:

ІТ-641

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ І ОЦІНЮВАННЯ
дипломної роботи студента гр. ІТ-641 Говтва С.П..

Науковий керівник

Доцент, к.т.н.

Іванов В.Г..

Оцінка наукового керівника:

Рецензент

ПІБ, місто роботи, посада

Оцінка рецензента:

Кінцева оцінка за результатами захисту:

Голова ЕК

Лифар В.О.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки

Кафедра програмування та математики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 6.050103 «Програмна інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. завідувач кафедри _____

В.О. Лифар

«_____» _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

ГОВТВА СВІТЛАНА ПАВЛОВНА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення засобу діагностування комп'ютерних мереж

керівник проекту (роботи) Іванов В.Г. кандидат технічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "___" _____ 201 р. № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Волоконно-оптичні лінії зв'язку: опис, документація, програмне забезпечення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд обчислювальних мереж та постановка технічного завдання.

Основні інструменти моніторингу і аналізу мережі, неполадки й устаткування для їхнього пошуку. Діагностування каналів зв'язку обчислювальних мереж. Програмне забезпечення

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Складання плану роботи		
2	Аналіз літератури		
3	Вивчення і підбирання матеріалу		
4	Написання розділів		
5	Оформлення пояснювальної записки		
6	Оформлення графічного матеріалу		
7	Підготовка доповіді і слайдів для презентації		

Студент

(підпис)_____
(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)_____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка включає 96 сторінки, 29 рисунків, 6 таблиць, 14 джерел за переліком посилань, 1 додаток.

У даній роботі досліджено і розглянуто засоби моніторингу й аналізу обчислювальних мереж. Складені таблиці для визначення місця й характеру ушкодження оптоволоконного кабелю, структурувати інформацію щодо вимірювальних приладів, аналізаторів фізичного рівня і методик для тестування мереж зв'язку у вигляді «Прилад – режим використання». Для експлуатаційних вимірів волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) проведено побудову пар «Параметр тестування - Необхідне вимірювальне устаткування». Розроблені схеми опитування і алгоритм пошуку несправностей у ВОЛЗ.

Схема опитування для діагностики ліній зв'язку забезпечує отримання повної інформації щодо можливого місця несправності, устаткування для пошуку й процедури усунення. Розроблено програмний модуль для діагностики і керівництво користувача програмою HealthPC версії 3.0 при пошуку несправностей у ВОЛЗ.

Ключові слова: ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ, ВОЛОКОНО-ОПТИЧНІ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ, SNMP, МЕРЕЖА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Відмінності обчислювальної мережі від цифрового пристрою.....	8
1.2 Характеристика основних видів ліній зв'язку.....	9
1.2.1 Кабельні лінії зв'язку	9
1.2.2 Оптиволоконні кабелі.....	15
1.3 Постановка технічного завдання	23
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ІНСТРУМЕНТИ МОНІТОРІНГУ І АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ, НЕПОЛАДКИ Й УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЇХНЬОГО ПОШУКУ	24
2.1 Інструменти моніторингу й аналізу мережі	24
2.2 Типові несправності мережі.....	31
2.3 Несправності кабельних ліній зв'язку.....	33
2.4 Основні несправності волоконно-оптичних ліній зв'язку	39
2.5 Розподіл несправностей у бездротових ліній зв'язку	41
2.6 Устаткування для пошуку несправностей	42
2.6.1 Загальне устаткування для пошуку несправностей для кабельних ліній зв'язку	42
2.6.2 Загальне устаткування для пошуку несправностей у ВОЛЗ	43
2.6.3 Загальне обладнання для тестування бездротових ліній зв'язку.....	50
РОЗДІЛ 3 ДІАГНОСТУВАННЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	53
3.1 Методи усунення неполадок у кабельних лініях зв'язку	54
3.2 Експлуатаційні виміри на ВОСП.....	59
3.3 Методи кодування й захист від помилок у безпроводних лініях зв'язку	70
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	75
4.1 Визначення місця й характеру ушкодження оптиволоконного кабелю.....	75
4.2 Керівництво користувача програмою HealthPC версії 3.0.....	77
4.2.1 Можливості й призначення програми.....	77
4.2.2 Проведення діагностування	77
ВИСНОВКИ.....	81
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	82
ДОДАТОК А.....	83

ВСТУП

Актуальність досліджень. Технічне обслуговування, яке протягом тривалого часу не розглядалося в якості елемента економічної ефективності, сьогодні є найважливішою галуззю, яка дає змогу краще використовувати ресурси підприємства. Діагностика територіально-розподіленого об'єкта дозволяє підвищити його структурну надійність. Сукупність різноманітних технічних засобів, є найбільш дорогою частиною. Її можна розглядати як технічну систему. Від надійності мережі більшою мірою залежить успішне здійснення багатьох найважливіших планів та заходів в різних галузях народного господарства.

Об'єкт досліджень: комп'ютерні мережі

Предмет досліджень: розроблення засобів діагностування комп'ютерних мереж;

Мета дослідження: вибір і розробка інструментів моніторингу та розроблення засобів діагностування комп'ютерних мереж;

Завдання дослідження:

а) Проаналізувати вихідну інформацію, визначити необхідність дослідження

б) Розробити алгоритм моніторингу та засобів діагностування комп'ютерних мереж;

в) Розробити програмне забезпечення

Методи дослідження: використання бібліотек програмування для отримання певного результату; використання літератури та технічної документації для написання програмного додатку; аналіз сайтів на яких міститься інформація, огляд сайту на можливість автоматичної обробки інформації;

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Відмінності обчислювальної мережі від цифрового пристрою

Обчислювальна мережа від цифрового пристрою відрізняється наступним:

- наявність вихідних і вхідних адрес у будь-якого переданого пакета;
- розосередження цифрових апаратур ВР у просторі в масштабах офісу, університету, підприємства;
- наявність значних по довжині кабельних з'єднань і допоміжного пасивного устаткування: елементи структурованої кабельної системи (патч-панелі, патч-корди, коннектори, розетки);
- сполучення каналів уведення, передачі, перетворення й спостереження інформації на одній робочій станції-контрольній точці;
- різноманіття типів логічних і фізичних дефектів, що приводять до непрацездатного стану мережі або її компонентів;
- наявність правил обміну даних-мережних протоколів.

Крім стану кабельної системи на якість роботи мережі значний вплив має стан активного встаткування (мережних плат, концентраторів, комутаторів), якість устаткування сервера й налаштування мережної операційної системи.

Крім того, функціонування мережі істотно залежить від алгоритмів роботи експлуатованого в ній прикладного програмного забезпечення.

Основні причини незадовільної роботи прикладного ПЗ в мережі:

- ушкодження кабельної системи,
- дефекти активного встаткування,
- перевантаженість мережних ресурсів (каналу зв'язку і сервера),
- помилки самого прикладного ПЗ.

Досить часто одні дефекти мережі маскують інші. Таким чином, щоб вірогідно визначити, у чому причина незадовільної роботи прикладного ПЗ, локальну мережу потрібно піддати діагностиці.

1.2 Характеристика основних видів ліній зв'язку

1.2.1 Кабельні лінії зв'язку

Кабелі на основі кручених пар

Кабель на основі кручених пар являє собою декілька пар скручених попарно ізольованих мідних проводів у єдиній діелектричній (пластиковій) оболонці. Він досить гнучкий і зручний для прокладки. Скручування проводів дозволяє звести до мінімуму індуктивні наведення кабелів один на одного й знизити вплив перехідних процесів.

Звичайно в кабель входить дві рис. 1.1 або чотири кручені пари.

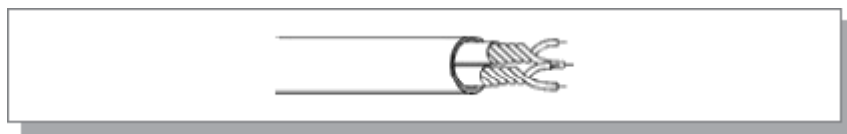


Рисунок 1.1 - Кабель із крученими парами

Переваги й недоліки

Неекрановані кручені пари характеризуються слабкою захищеністю від зовнішніх електромагнітних перешкод, а також від підслуховування, що може здійснюватися з метою, наприклад, промислового шпигунства. Причому перехоплення переданої по мережі інформації можливе як за допомогою контактного методу (наприклад, за допомогою двох голок, уткнутих у кабель), так і за допомогою безконтактного методу, що зводиться до радіоперехоплення випромінюваних кабелем електромагнітних полів. Причому дія перешкод і величина випромінювання збільшується з ростом довжини кабелю. Для усунення цих недоліків застосовується екранування кабелів.

У випадку екранованої крученої пари STP кожна із кручених пар міститься в металеве обплетення-екран для зменшення випромінювань кабелю, захисту від зовнішніх електромагнітних перешкод і зниження взаємного впливу пар проводів один на одного (crosstalk – перехресні наведення). Для того щоб екран захищав від

перешкод, він повинен бути обов'язково заземлений. Природно, екранована кручена пара помітно дорожче, ніж неекранована. Її використання вимагає спеціальних екранованих рознімачів. Тому зустрічається вона значно рідше, ніж неекранована кручена пара.

Основні переваги неекранованих кручених пар – простота монтажу рознімачів на кінцях кабелю, а також ремонту будь-яких ушкоджень у порівнянні з іншими типами кабелю. Всі інші характеристики у них гірше, ніж в інших кабелів. Наприклад, при заданій швидкості передачі загасання сигналу зменшення його рівня в міру проходження по кабелі у них більше, ніж у коаксіальних кабелів. Якщо врахувати ще низьку перешкодозахищеність, то зрозуміло, чому лінії зв'язку на основі кручених пар, як правило, досить короткі (звичайно в межах 100 метрів). У цей час кручена пара використовується для передачі інформації на швидкостях до 1000 Мбіт/с, хоча технічні проблеми, що виникають при таких швидкостях, у край складні.

Відповідно до стандарту EIA/TIA 568, повний хвильовий опір найбільш поширених кабелів категорій 3, 4 й 5 повинен становити $100 \text{ Ом} \pm 15\%$ у частотному діапазоні від 1 МГц до максимальної частоти кабелю. Вимоги не дуже тверді: величина хвильового опору може перебувати в діапазоні від 85 до 115 Ом. Тут же слід зазначити, що хвильовий опір екранованої крученої пари STP по стандарті повинен бути рівним $150 \text{ Ом} \pm 15\%$. Для узгодження опорів кабелю й устаткування у випадку їхньої розбіжності застосовують погоджуючі трансформатори (Balun). Існує також екранована кручена пара із хвильовим опором 100 Ом, але використовується вона досить рідко.

Другим параметром, – це максимальне загасання сигналу, переданого по кабелю, на різних частотах. У (табл. 1.1) наведено граничні значення величини загасання в децибелах для кабелів категорій 3, 4 й 5 на відстань 1000 футів (тобто 305 метрів) при нормальній температурі навколишнього середовища 20°C .

Ще один специфічний параметр, обумовлений стандартом, це величина так названого перехресного наведення на ближньому кінці (NEXT – Near End CrossTalk). Він характеризує вплив різних проводів у кабелі один на одного. Суть

даного параметра ілюструється на рис. 1.2. Сигнал, переданий по одній із кручених пар кабелю (верхня пара), наводить індуктивну перешкоду на іншу (нижню) кручену пару кабелю. Дві кручені пари в мережі звичайно передають інформацію в різні сторони, тому найбільш важливе наведення на ближньому кінці сприймаючої пари (нижньої на рис.1.2), тому що саме там перебуває приймач інформації.

Таблиця 1.1 - Максимальне загасання в кабелях

Частота, МГц	Максимальне загасання, дБ		
	Категорія 3	Категорія 4	Категорія 5
0,064	2,8	2,3	2,2
0,256	4,0	3,4	3,2
0,512	5,6	4,6	4,5
0,772	6,8	5,7	5,5
1,0	7,8	6,5	6,3
4,0	17	13	13
8,0	26	19	18
10,0	30	22	20
16,0	40	27	25
20,0	—	31	28
25,0	—	—	32
0,064	2,8	2,3	2,2
0,256	4,0	3,4	3,2
0,512	5,6	4,6	4,5

Перехресне наведення на далекому кінці (FEXT - Far End CrossTalk) не мають такого великого значення.

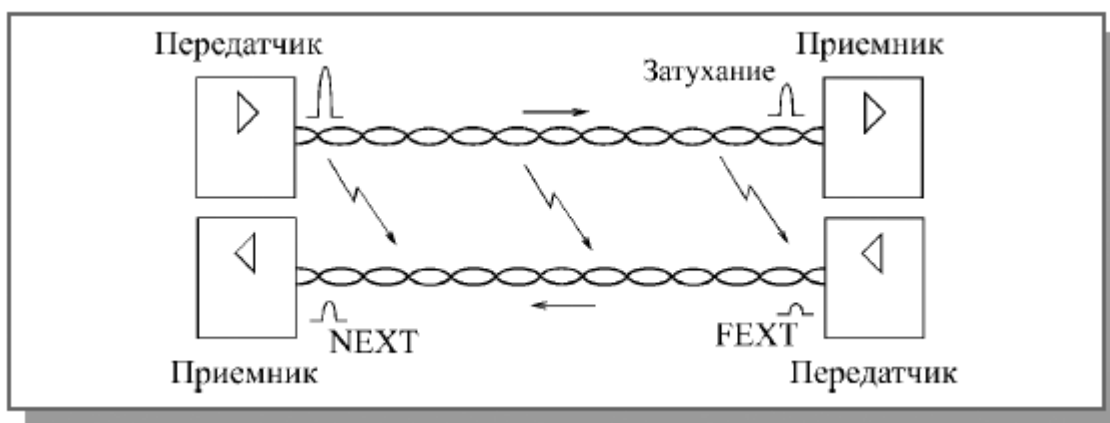


Рисунок 1.2 - Перехресні перешкоди в кабелях на кручених парах

У (табл. 1.2) представлено значення припустимого перехресного наведення на ближньому кінці для кабелів категорій 3, 4 й 5 на різних частотах сигналу. Природно, більш якісні кабелі забезпечують меншу величину перехресного наведення.

Таблиця 1.2 - Припустимі рівні перехресних наведень NEXT

Частота, МГц	Перехресне наведення на ближньому кінці, дБ		
	Категорія 3	Категорія 4	Категорія 5
0,150	- 54	-68	-74
0,772	-43	-58	-64
1,0	-41	-56	-62
4,0	-32	-47	-53
8,0	-28	-42	-48
10,0	-26	-41	-47
16,0	-23	-38	-44
20,0	—	-36	-42
25,0	—	—	-41
31,25	—	—	-40
62,5	—	—	-35
100,0	—	—	-32

Стандарт визначає також максимально припустиму величину робочої ємності кожної із кручених пар кабелів категорії 4 й 5. Вона повинна становити не більше 17 нФ на 305 метрів (1000 футів) при частоті сигналу 1 кгц і температурі навколишнього середовища 20°C.

Для приєднання кручених пар використовуються рознімання (коннектори) типу RJ-45, схожі на рознімання, використовувані в телефонах (RJ-11), але трохи більші по розмірі. Рознімання RJ-45 мають вісім контактів замість чотирьох у випадку RJ-11. Приєднуються рознімання до кабелю за допомогою спеціальних обтискних інструментів. При цьому золочені голчасті контакти рознімання проколюють ізоляцію кожного проведення, входять між його жилами й забезпечують надійне і якісне з'єднання. Треба враховувати, що при установці розніманням стандартом допускаються розплітання кручених пари кабелю на довжину не більше одного сантиметра.

Найчастіше кручені пари використовуються для передачі даних в одному напрямку (точка-точка), тобто у топологіях типу зірка або кільце. Топологія шина звичайно орієнтується на коаксіальний кабель. Тому зовнішні термінатори, що погодять непідключені кінці кабелю, для кручених пар практично ніколи не застосовуються.

Коаксіальні кабелі

Коаксіальний кабель являє собою електричний кабель, що складається із центрального мідного проводу й металевого обплетення (екрана), розділених між собою шаром діелектрика (внутрішньої ізоляції) і поміщених у загальну зовнішню оболонку рис. 1.3.



Рисунок 1.3 - Коаксіальний кабель

Переваги й недоліки

Коаксіальний кабель нещодавно був дуже популярний, що пов'язане з його високою перешкодозахищеністю (завдяки металевому обплетенню), більше широкими, чим у випадку крученої пари, смугами пропускання (понад 1ГГц), а також більшими припустимими відстанями передачі (до кілометра). До нього важче механічно підключитися для несанкціонованого прослуховування мережі, він дає також помітно менше електромагнітних випромінювань зовні. Однак монтаж і ремонт коаксіального кабелю істотно складніше, ніж крученої пари, а вартість його вище (він дорожче приблизно в 1,5 – 3 рази). Складніше й установка рознімачів на кінцях кабелю. Зараз його застосовують рідше, ніж кручену пару.

Стандарт EIA/TIA-568 містить у собі тільки один тип коаксіального кабелю, застосований у мережі Ethernet.

Головне застосування коаксіальний кабель знаходить у мережах з топологією типу шина. При цьому на кінцях кабелю обов'язково повинні встановлюватися термінатори для запобігання внутрішніх відбиттів сигналу, причому один (і тільки один!) з термінаторів повинен бути заземлений. Без заземлення металеве обплетення не захищає мережу від зовнішніх електромагнітних перешкод і не знижує випромінювання переданої по мережі інформації в зовнішнє середовище. Але при заземленні обплетення у двох або більше крапках з ладу може вийти не тільки мережне встаткування, але й комп'ютери, підключені до мережі. Термінатори повинні бути обов'язково погоджені з кабелем, необхідно, щоб їхній опір рівнявся хвильовому опору кабелю. Наприклад, якщо використовується 50-омний кабель, для нього підходять тільки 50-омні термінатори.

Рідше коаксіальні кабелі застосовуються в мережах з топологією зірка (наприклад, пасивна зірка в мережі Arcnet). У цьому випадку проблема узгодження істотно спрощується, тому що зовнішніх термінаторів на вільних кінцях не потрібно.

Хвильовий опір кабелю вказується в супровідній документації. Найчастіше в локальних мережах застосовуються 50-омні (RG-58, RG-11, RG-8) і 93-омні кабелі (RG-62). Розповсюджені в телевізійній техніці 75-омні кабелі в локальних мережах не використовуються. Марок коаксіального кабелю небагато. Він не вважається особливо перспективним. Не випадково в мережі Fast Ethernet не передбачене застосування коаксіальних кабелів. Однак у багатьох випадках класична шинна топологія (а не пасивна зірка) дуже зручна. Як ми вже відзначали, вона не вимагає застосування додаткових пристроїв - концентраторів.

Типові величини затримки поширення сигналу в коаксіальному кабелі становлять для тонкого кабелю близько 5 нс/м, а для товстого – близько 4,5 нс/м.

Існують варіанти коаксіального кабелю з подвійним екраном (один екран розташований усередині іншого й відділений від нього додатковим шаром

ізоляції). Такі кабелі мають кращу перешкодозахищеність і захист від прослуховування, але вони небагато дорожче звичайних.

У цей час вважається, що коаксіальний кабель застарів, у більшості випадків його цілком може замінити кручена пара або оптоволоконний кабель. І нові стандарти на кабельні системи вже не включають його в перелік типів кабелів.

1.2.2 Оптоволоконні кабелі

Оптоволоконний (він же волоконно-оптичний) кабель – це принципово інший тип кабелю в порівнянні з розглянутими двома типами електричного або мідного кабелю. Інформація з нього передається не електричним сигналом, а світловим. Головний його елемент - це прозоре скловолокно, по якому світло проходить на величезні відстані (до десятків кілометрів) з незначним ослабленням.

Волоконно-оптична мережа - це інформаційна мережа, у якій сполучними елементами між вузлами є волоконно-оптичний діелектрик із надпрозорого кварцу. Дана мережа, в основному, використовується при побудові об'єктів, у яких СКС повинна об'єднати багатоповерховий будинок або будинок великої довжини, а також при об'єднанні територіально-розрізнених будинків.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку на даний момент є одним із самих перспективних напрямків в області зв'язку. Пропускна здатність оптичного каналу на порядок вище, ніж в інформаційної лінії в основі, який лежить кабель із мідними жилами. Оптичні мережі здатні передавати сигнал на відстані до 2000 метрів з меншими втратами, чим кабель із мідними жилами, і при цьому вони не сприйнятливі до впливу електромагнітного поля.

Волокно виготовлене із кварцу, основу якого становить двоокис кремнію, широко розповсюдженого, а тому недорогого матеріалу, на відміну від міді.

Оптичні волокна мають діаметр близько 1 - 0,2 мм, тобто дуже компактні й легкі, що робить їх перспективними для використання в авіації, приладобудуванні, у кабельній техніці.

Скляні волокна - не метал, при будівництві систем зв'язку автоматично досягається гальванічна розв'язка сегментів. Застосовуючи особливо міцний пластик, на кабельних заводах виготовляють самонесучі підвісні кабелі, що не містять металу й тим самим безпечні в електричному відношенні. Такі кабелі можна монтувати на щоглах існуючих ліній електропередач, як окремо, так й убудовані у фазове проведення, заощаджуючи значні засоби на прокладку кабелю через річки й інші перешкоди.

Системи зв'язку на основі оптичних волокон стійкі до електромагнітних перешкод, а передана по світлопроводам інформація захищена від несанкціонованого доступу. Волоконно-оптичні лінії зв'язку не можна підслухати неруйнуючим способом. Усякі впливи 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 настільки великі, що перевершать вартість перехопленої інформації.

Для виявлення сигналу, який перехоплюється, знадобиться побудувати інтерферометр Майкельсона спеціальної конструкції. Причому, видність інтерференційної картини може бути ослаблена більшою кількістю сигналів, одночасно переданих по оптичній системі зв'язку. Можна розподілити передану інформацію з безлічі сигналів або передавати кілька шумових сигналів, погіршуючи цим умови перехоплення інформації. Буде потрібно значний відбір потужності з волокна, щоб несанкціоновано прийняти оптичний сигнал, а це втручання легко зареєструвати системами моніторингу.

Важлива властивість оптичного волокна - довговічність. Час життя волокна, тобто збереження їм своїх властивостей у певних межах, перевищує 25 років, що дозволяє прокласти оптико-волоконний кабель один раз й, у міру необхідності,

нaroщувати пропускну здатність каналу шляхом заміни приймачів і передавачів на більше швидкодіючі.

Волоконно-оптичні кабелі підрозділяються на три основних види:

– кабелі зовнішньої прокладки (outdoor cables) - використовуються при створенні підсистеми зовнішніх магістралей і зв'язують між собою окремі будинки;

– кабелі внутрішньої прокладки (indoor cables) - для організації внутрішньої магістралі будинку;

– кабелі для шнурів - для виготовлення сполучних і комутаційних шнурів, а також шнурів для виконання горизонтального розведення при реалізації проєктів класу «fiber to the desk» (волокно до робочого місця) і «fiber to the room» (волокно до кімнати).

Волоконно-оптичні кабелі, застосовувані в СКС, призначені як для передачі даних усередині будинків, так і між ними. На основі даної мережі можуть бути реалізовані всі три підсистеми СКС.

Горизонтальна підсистема - це волоконна оптика в області забезпечення функціонування локально-обчислювальних мереж. На сьогоднішній день вона знаходить тільки обмежене застосування.

У підсистемі внутрішніх магістралей оптичні кабелі застосовуються так само часто, як і кабелі на мідних жилах, таких як кручена пара.

У підсистемі зовнішніх кабельних магістралей волоконно-оптичні кабелі відіграють домінуючу роль.

Переваги волоконно-оптичною лінії:

- широка смуга пропускання;
- мале загасання світлового сигналу у волокні;
- низький рівень шумів у волоконно-оптичному кабелі;
- висока перешкодозахищеність;
- мала вага й обсяг;
- висока захищеність від несанкціонованого доступу;

- гальванічна розв'язка елементів мережі;
- вибухо- і пожаробезпечність;
- економічність волоконно-оптичного кабелю;
- тривалий строк експлуатації;
- вилучене електроживлення.

Структура оптоволоконного кабелю дуже проста й схожа на структуру коаксіального електричного кабелю рис. 1.4. Тільки замість центрального мідного проведення тут використовується тонке (діаметром близько 1 – 10 мкм) скловолокно, а замість внутрішньої ізоляції – скляна або пластикова оболонка, що не дозволяє світлу виходити за межі скловолокна. У цьому випадку мова йде про режим так названого повного внутрішнього відбиття світла від границі двох речовин з різними коефіцієнтами переломлення (у скляної оболонки коефіцієнт переломлення значно нижче, ніж у центрального волокна). Металеве обплетення кабелю звичайно відсутнє, тому що екранування від зовнішніх електромагнітних перешкод тут не потрібно. Однак іноді її все-таки застосовують для механічного захисту від навколишнього середовища.

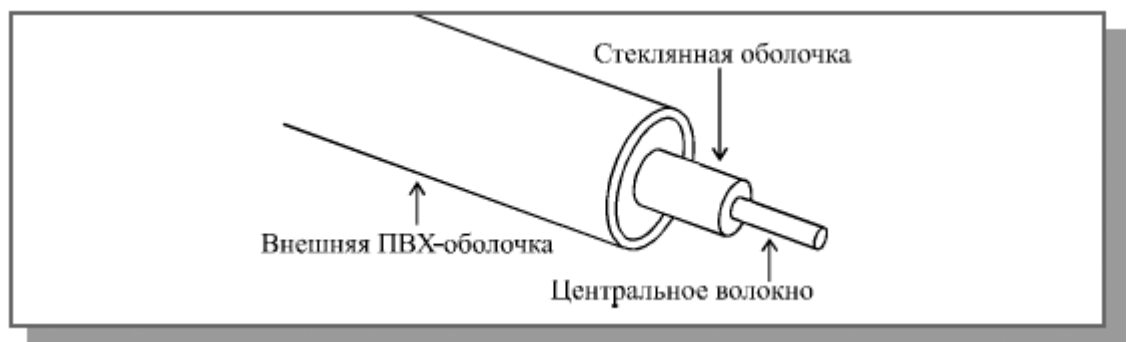


Рисунок 1.4 - Структура оптоволоконного кабелю

Оптоволоконний кабель має виняткові характеристики по перешкодозахищеності й таємності переданої інформації. Ніякі зовнішні електромагнітні перешкоди в принципі не здатні спотворити світловий сигнал, а сам сигнал не породжує зовнішніх електромагнітних випромінювань. Підключитися до цього типу кабелю для несанкціонованого прослуховування

мережі практично неможливо, тому що при цьому порушується цілісність кабелю. Теоретично можлива смуга пропускання такого кабелю досягає величини 10^{12} Гц, тобто 1000 ТГц, що незрівнянно вище, ніж в електричних кабелів. Вартість оптоволоконного кабелю постійно знижується й зараз приблизно дорівнює вартості тонкого коаксіального кабелю.

Типова величина загасання сигналу в оптоволоконних кабелях на частотах, використовуваних у локальних мережах, становить від 5 до 20 дБ/км, що приблизно відповідає показникам електричних кабелів на низьких частотах. Але у випадку оптоволоконного кабелю при рості частоти переданого сигналу загасання збільшується дуже незначно, і на більших частотах (особливо понад 200 МГц) його перевагі перед електричним кабелем незаперечна, у нього просто немає конкурентів.

Однак оптоволоконний кабель має й деякі недоліки.

Самий головний з них – висока складність монтажу (при установці рознімачів необхідна мікронна точність, від точності відколу скловолокна й ступеня його полірування сильно залежить загасання в рознімачі). Для установки рознімачів застосовують зварювання або склеювання за допомогою спеціального гелю, що має такий же коефіцієнт переломлення світла, що й скловолокно. У будь-якому разі для цього потрібна висока кваліфікація персоналу й спеціальні інструменти. Тому найчастіше оптоволоконний кабель продається у вигляді заздалегідь нарізаних шматків різної довжини, на обох кінцях яких уже встановлені рознімачі потрібного типу. Варто пам'ятати, що неякісна установка рознімачів різко знижує припустиму довжину кабелю, обумовлену загасанням.

Також треба пам'ятати, що використання оптоволоконного кабелю вимагає спеціальних оптичних приймачів і передавачів, що перетворюють світлові сигнали в електричні й назад, що часом істотно збільшує вартість мережі в цілому.

Оптоволоконні кабелі допускають розгалуження сигналів (для цього виробляються спеціальні пасивні розгалужувачі (couplers) на 2—8 каналів), але, як правило, їх використовують для передачі даних тільки в одному напрямку між одним передавачем й одним приймачем. Адже будь-яке розгалуження неминуче

сильно послабляє світловий сигнал, і якщо розгалужень буде багато, то світло може просто не дійти до кінця мережі. Крім того, у розгалуджувачі є й внутрішні втрати, так що сумарна потужність сигналу на виході менше вхідної потужності.

Оптоволоконний кабель менш міцний і гнучкий, чим електричний. Типова величина припустимого радіуса вигину становить близько 10 - 20 див, при менших радіусах вигину центральне волокно може зламатися. Погано переносить кабель і механічне розтягання, а також роздавлюючий вплив.

Чутливий оптоволоконний кабель і до іонізуючих випромінювань, через які знижується прозорість скловолокна, тобто збільшується загасання сигналу. Різкі перепади температури також негативно позначаються на ньому, скловолокно може тріснути.

Застосовують оптоволоконний кабель тільки в мережах з топологією зірка й кільце. Ніяких проблем узгодження й заземлення в цьому випадку не існує. Кабель забезпечує ідеальну гальванічну розв'язку комп'ютерів мережі.

Переваги ВОЛЗ

Передача інформації з ВОЛЗ має цілий ряд достоїнств перед передачею по мідному кабелі. Стрімке впровадження в інформаційні мережі оптичних ліній зв'язку є наслідком переваг, що впливають із особливостей поширення сигналу в оптичному волокні.

Основні переваги це проста й економічна технологія монтажу, малі габарити, швидке й надійне з'єднання одномодових і багатомодових волокон, багаторазове використання, малі втрати.

Основні характеристики ВОЛЗ:

- внесене загасання $< 0,1\text{d}$;
- зворотне відбиття -55d ;
- робоча температура -40 до 80°C ;
- габаритні розміри $51 \times 7,6 \times 3,3\text{mm}$;
- кількість повторних циклів з'єднання не менш 10;
- середній час монтажу 30 секунд.

Широка смуга пропускання обумовлена надзвичайно високою частотою несучої 1014Гц. Більша смуга пропускання - це одне з найбільш важливих переваг оптичного волокна над мідним або будь-яким іншим середовищем передачі інформації.

Мале загасання світлового сигналу у волокні. Випускаєме в теперішній час вітчизняними й закордонними виробниками промислове оптичне волокно має загасання 0,2-0,3 дБ на довжині хвилі 1,55 мкм розраховуючи на один кілометр. Мале загасання й невелика дисперсія дозволяють будувати ділянки ліній без ретрансляції довжиною до 100 км і більше.

Низький рівень шумів у волоконно-оптичному кабелі дозволяє збільшити смугу пропускання, шляхом передачі різної модуляції сигналів з малої надмірністю коду.

Висока перешкодозахищеність. Оскільки волокно виготовлене з діелектричного матеріалу, воно несприятливе до електромагнітних перешкод з боку навколишніх мідних кабельних систем й електричного встаткування, здатного індукувати електромагнітне випромінювання (лінії електропередачі, електрорухові установки й т.д.). У багатоволоконних кабелях також не виникає проблеми перехресного впливу електромагнітного випромінювання, властивої багатопарним мідним кабелям.

Мала вага й обсяг. Волоконно-оптичні кабелі (ВОК) мають меншу вагу й обсяг у порівнянні з мідними кабелями розраховуючи на ту саму пропускну здатність. Наприклад, парн-900-парний телефонний кабель діаметром 7,5 див, може бути замінений одним волокном з діаметром 0,1 див. Якщо волокно "одягти" у безліч захисних оболонок і покрити сталеву стрічковою бронею, діаметр такого ВОК буде 1,5 див, що в кілька разів менше розглянутого телефонного кабелю.

Висока захищеність від несанкціонованого доступу. Оскільки ВОК практично не випромінює в радіодіапазоні, то передану по ньому інформацію важко підслухати, не порушуючи передачі-прийому-передачі. Системи моніторингу (безперервного контролю) цілісності оптичної лінії зв'язку,

використовуючи властивості високої чутливості волокна, можуть миттєво відключити "" канал зв'язку, що зламає, і подати сигнал тривоги. Сенсорні системи, що використовують інтерференційні ефекти розповсюджуваних світлових сигналів (як по різних волокнах, так і різної поляризації) мають дуже високу чутливість до коливань, до невеликих перепадів тиску. Такі системи особливо необхідні при створенні ліній зв'язку в урядових, банківських і деяких інших спеціальних службах, що пред'являють підвищені вимоги до захисту даних.

Гальванічна розв'язка елементів мережі. Дана перевага оптичного волокна полягає в його ізолюючій властивості. Волокно допомагає уникнути електричних "земельних" петель, які можуть виникати, коли два мережних пристрої неізольованої обчислювальної мережі, зв'язані мідним кабелем, мають заземлення в різних точках будинку, наприклад на різних поверхах. При цьому може виникнути більша різниця потенціалів, що здатно зашкодити мережному встаткуванню. Для волокна цієї проблеми просто немає.

Взриво- і пожеаробезпека.. Через відсутність іскровиникнення оптичне волокно підвищує безпеку мережі на хімічних, нафтопереробних підприємствах, при обслуговуванні технологічних процесів підвищеного ризику.

Економічність ВОК. Волокно виготовлене із кварцу, основу якого становить двоокис кремнію, широко розповсюдженого, а тому недорогого матеріалу, у відмінності від міді. У цей час вартість волокна стосовно мідної пари співвідноситься як 2:5. При цьому ВОК дозволяє передавати сигнали на значно більші відстані без ретрансляції. Кількість повторювачів на протяжних лініях скорочується при використанні ВОК. При використанні солітонних систем передачі досягнуто дальність в 4000 км без регенерації (тобто тільки з використанням оптичних підсилювачів на проміжних вузлах) при швидкості передачі вище 10 Гбит/с.

Тривалий строк експлуатації. Згодом волокно деградує. Це означає, що загасання в прокладеному кабелі поступово зростає. Однак, завдяки досконалості сучасних технологій виробництва оптичних волокон, цей процес значно

вповільнений, і термін служби ВОК становить приблизно 25 років. За цей час може змінитися кілька поколінь/стандартів приймально-передавальних систем.

Вилучене електроживлення. У деяких випадках потрібне вилучене електроживлення вузла інформаційної мережі. Оптичне волокно не здатне виконувати функції силового кабелю. Однак, у цих випадках можна використати змішаний кабель, коли поряд з оптичними волокнами кабель оснащується мідним провідним елементом.

1.3 Постановка технічного завдання

Згідно з отриманим завданням на розробку і наданим в поточному розділі огляду сучасних мережних технологій в роботі необхідно виконати наступні положення:

1. Проаналізувати можливі ушкодження, устаткування для діагностики і засоби усунення проблем у лініях зв'язку по типам.

2. Скласти таблиці для визначення місця й характеру ушкодження оптоволоконного кабелю, структурувати інформацію щодо вимірювальних приладів, аналізаторів фізичного рівня і методик для тестування мереж зв'язку у вигляді «Прилад – режим використання».

3. Для експлуатаційних вимірів волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) провести підбір «Параметр тестування - Необхідне вимірювальне устаткування»

4. Розробити схеми опитування і алгоритм пошуку несправностей у ВОЛЗ.

- Схема опитування діагностики ліній зв'язку повинна забезпечити отримання повної інформації щодо можливого місця несправності, устаткування й процедури усунення

5. Розробити керівництво користувача програмою HealthPC версії 3.0 при пошуку несправностей у ВОЛЗ.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНІ ІНСТРУМЕНТИ МОНІТОРІНГУ І АНАЛІЗУ МЕРЕЖІ, НЕПОЛАДКИ Й УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЇХНЬОГО ПОШУКУ

2.1 Інструменти моніторингу й аналізу мережі

2.1.1 Класифікація засобів моніторингу й аналізу

Все різноманіття засобів, застосовуваних для моніторингу й аналізу обчислювальних мереж, можна розділити на кілька великих класів:

- системи керування мережею (NetworkManagementSystems) - централізовані програмні системи, які збирають дані про стан вузлів і комунікаційних пристроїв мережі, а також дані про трафіку, що циркулює в мережі. Ці системи не тільки здійснюють моніторинг й аналіз мережі, але й виконують в автоматичному або напівавтоматичному режимі дії по керуванню мережею - включення й відключення портів пристроїв, зміна параметрів мостів адресних таблиць мостів, комутаторів і маршрутизаторів і т.п. Прикладами систем керування можуть служити популярні системи HPOpenView, SunNetManager, IBMNetView;

- засоби керування системою (SystemManagement). Засоби керування системою часто виконують функції, аналогічні функціям систем керування, але стосовно інших об'єктів. У першому випадку об'єктом керування є програмне й апаратне забезпечення комп'ютерів мережі, а в другому - комунікаційне встаткування. Разом з тим, деякі функції цих двох видів систем керування можуть дублюватися, наприклад, засобу керування системою можуть виконувати найпростіший аналіз мережного трафіку;

- вбудовані системи діагностики й керування (Embeddedsystems). Ці системи виконуються у вигляді програмно-апаратних модулів, установлюваних у комунікаційне встаткування, а також у вигляді програмних модулів, вбудованих в операційні системи. Вони виконують функції діагностики й

керування тільки одним пристроєм, і в цьому їхня основна відмінність від централізованих систем керування. Прикладом засобів цього класу може служити модуль керування концентратором Distrebuted 5000, що реалізує функції автосегментації портів при виявленні несправностей, приписування портів внутрішнім сегментам концентратора й деякі інші. Як правило, убудовані модулі керування "по сумісництву" виконують роль SNMP-агентів, що поставляють дані про стан пристроїв для систем керування;

- аналізатори протоколів (Protocolanalyzers). Являють собою програмні або апаратно-програмні системи, які обмежуються на відміну від систем керування лише функціями моніторингу й аналізу трафіку в мережах. Аналізатор протоколів може захоплювати й декодувати пакети великої кількості протоколів, застосовуваних у мережах - звичайно кілька десятків. Аналізатори протоколів дозволяють установити деякі логічні умови для захоплення окремих пакетів і виконують повне декодування захоплених пакетів, тобто показують у зручній для фахівця формі вкладеність пакетів протоколів різних рівнів друг у друга з розшифровкою змісту окремих полів кожного пакета;

- устаткування для діагностики й сертифікації кабельних систем. Умовно це устаткування можна поділити на чотири основні групи: мережні монітори, прилади для сертифікації кабельних систем, кабельні сканери й тестери (мультиметри);

- мережні монітори (називані також мережними аналізаторами) призначені для тестування кабелів різних категорій. Варто розрізняти мережні монітори й аналізатори протоколів. Мережні монітори збирають дані тільки про статистичні показники трафіка - середньої інтенсивності загального трафіка мережі, середній інтенсивності потоку пакетів з певним типом помилки й т.п.

Призначення пристроїв для сертифікації кабельних систем, безпосередньо треба з їхньої назви. Сертифікація виконується відповідно до вимог одного з міжнародних стандартів на кабельні системи.

Кабельні сканери використовуються для діагностики мідних кабельних систем.

Тестери призначені для перевірки кабелів на відсутність фізичного розриву.

Експертні системи. Цей вид систем акумулює людські знання про виявлення причин аномальної роботи мереж і можливих способів приведення мережі в працездатний стан. Експертні системи часто реалізуються у вигляді окремих підсистем різних засобів моніторингу й аналізу мереж: систем керування мережами, аналізаторів протоколів, мережних аналізаторів. Найпростішим варіантом експертної системи є контекстно-контекстно-залежна help-система. Більш складні експертні системи являють собою так звані бази знань, що володіють елементами штучного інтелекту. Прикладом такої системи є експертна система, убудована в систему керування Spectrum компанії Cabletron.

Багатофункціональні пристрої аналізу й діагностики. В останні роки, у зв'язку з повсюдним поширенням локальних мереж виникла необхідність розробки недорогих портативних приладів, що сполучають функції декількох пристроїв: аналізаторів протоколів, кабельних сканерів й, навіть, деяких можливостей ПЗ мережного керування. Як приклад такого роду пристроїв можна привести Compas компанії MicrotestInc. або 675 LANMeterкомпанії FlukeCorp.

2.1.2 Системи керування

Відповідно до рекомендацій ISO можна виділити наступні функції засобів керування мережею:

– керування конфігурацією мережі й іменуванням - складається в конфігуруванні компонентів мережі, включаючи їхнє місце розташування, мережні адреси й ідентифікатори, керування параметрами мережних

операційних систем, підтримка схеми мережі: також ці функції використовуються для іменування об'єктів;

- обробка помилок - це виявлення, визначення й усунення наслідків збоїв і відмов у роботі мережі;
- аналіз продуктивності - допомагає на основі накопиченої статистичної інформації оцінювати час відповіді системи й величину трафіку, а також планувати розвиток мережі;
- керування безпекою - містить у собі контроль доступу й збереження цілісності даних. У функції входить процедура аутентифікації, перевірки привілеїв, підтримка ключів шифрування, керування повноваженнями. До цієї ж групи можна віднести важливі механізми керування паролями, зовнішнім доступом, з'єднання з іншими мережами;
- облік роботи мережі - включає реєстрацію й керування використовуваними ресурсами й пристроями. Ця функція оперує такими поняттями як час використання й плата за ресурси.

З наведеного списку видно, що системи керування виконують не тільки функції моніторингу й аналізу роботи мережі, необхідні для одержання вихідних даних для настроювання мережі, але й включають функції активного впливу на мережу - керування конфігурацією й безпекою, які потрібні для відпрацьовування виробленого плану настроювання й оптимізації мережі. Сам етап створення плану настроювання мережі звичайно залишається за межами функцій системи керування, хоча деякі системи керування мають у своєму складі експертні підсистеми, що допомагають адміністраторові або інтегратору визначити необхідні заходи щодо настроювання мережі.

Засоби керування мережею (NetworkManagement), не слід плутати із засобами керування комп'ютерами і їхніми операційними системами (SystemManagement).

Засоби керування системою звичайно виконують наступні функції:

- облік використовуваних апаратних і програмних засобів. Система автоматично збирає інформацію про обстежені комп'ютери й створює записи в

базі даних про апаратні й програмні ресурси. Після цього адміністратор може швидко з'ясувати, чим він розташовує й де це перебуває. Наприклад, довідатися про те, на яких комп'ютерах потрібно оновити драйвери принтерів, які ПК мають достатню кількість пам'яті й дискового простору й т.п. ;

– розподіл й установка програмного забезпечення. Після завершення обстеження адміністратор може створити пакети розсилання програмного забезпечення - дуже ефективний спосіб для зменшення вартості такої процедури. Система може також дозволяти централізовано встановлювати й адмініструвати додатки, які запускаються з файлових серверів, а також дати можливість кінцевим користувачам запускати такі додатки з будь-якої робочої станції мережі;

– вилучений аналіз продуктивності й виникаючих проблем. Адміністратор може видалено управляти мишею, клавіатурою й бачити екран будь-якого ПК, що працює в мережі під керуванням тієї або іншої мережної операційної системи. База даних системи керування звичайно зберігає детальну інформацію про конфігурації всіх комп'ютерів у мережі для того, щоб можна було виконувати вилучений аналіз виникаючих проблем.

Прикладами засобів керування системою є такі продукти, як SystemManagementServer компанії Microsoft або LANDeskManager фірми Intel, а типовими представниками засобів керування мережами є системи HPOpenView, SunNetManager й IBMNetView.

Останнім часом в області систем керування спостерігаються дві досить чітко виражені тенденції:

- інтеграція в одному продукті функцій керування мережами й системами;
- розподіл системи керування, при якій у системі існує кілька консолей, що збирають інформацію про стан пристроїв і систем і керуючих дій, що видає.

Створення систем керування мережами немислимо без орієнтації на певні стандарти, тому що керуюче програмне забезпечення й мережне встаткування,

а виходить і агенти для нього, розробляють сотні компаній. Оскільки корпоративна мережа напевно неоднорідна, інструменти, що управляють не можуть відбивати специфіки однієї системи або мережі.

Найпоширенішим протоколом керування мережами є протокол SNMP (SimpleNetworkManagementProtocol), його підтримують сотні виробників. Головні достоїнства протоколу SNMP - простота, доступність, незалежність від виробників. У значній мірі саме популярність SNMP затримала прийняття CMIP, варіанта керуючого протоколу за версією OSI. Протокол SNMP розроблений для керування маршрутизаторами в мережі Internet й є частиною стека TCP/IP.

SNMP - це протокол, використовуваний для одержання від мережних пристроїв інформації про їхній статус, продуктивність і характеристики, які зберігаються в спеціальній базі даних мережних пристроїв, називаної MIB (ManagementInformationBase). Існують стандарти, що визначають структуру MIB, у тому числі набір типів її змінних (об'єктів у термінології ISO), їхні імена й припустимі операції цими змінними (наприклад, читати). В MIB, поряд з іншою інформацією, можуть зберігатися мережний й/або MAC-адреси пристроїв, значення лічильників оброблених пакетів і помилок, номери, пріоритети й інформація про стан портів. Деревоподібна структура MIB містить обов'язкові (стандартні) піддерева, а також у ній можуть перебувати частки (private) піддерева, що дозволяють виготовлювачеві інтелектуальних пристроїв реалізувати які-небудь специфічні функції на основі його специфічних змінних.

Агент у протоколі SNMP - це обробний елемент, що забезпечує менеджерам, розміщеним на керуючих станціях мережі, доступ до значень змінних MIB, і тим самим дає їм можливість реалізовувати функції по керуванню й спостереженню за пристроєм. Типова структура системи керування зображена на рис. 2.1.

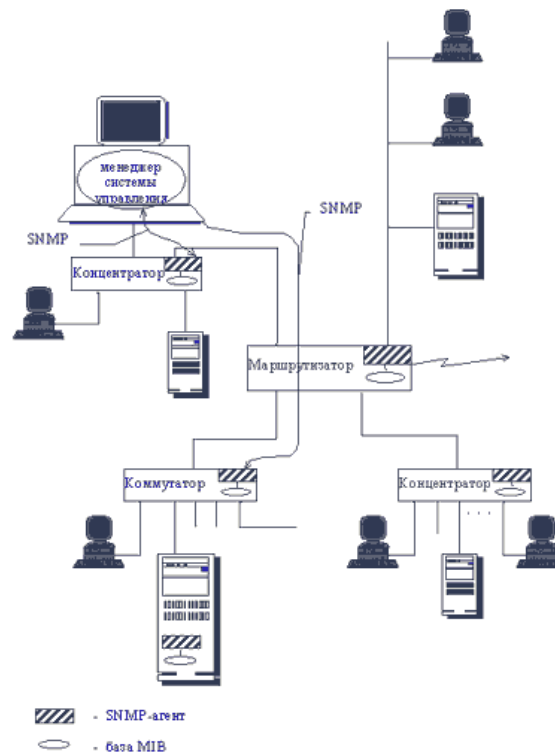


Рисунок 2.1 - Типова структура системи керування мережею.

Основні операції по керуванню винесені в керуючу станцію. При цьому пристрій працює з мінімальними витратами на підтримку керуючого протоколу. Воно використовує майже всю свою обчислювальну потужність для виконання своїх основних функцій маршрутизатора, моста або концентратора, а агент займається збором статистики й значень змінні стани пристрою й передачею їхньому менеджеру системи керування. SNMP - це протокол типу "запит-відповідь", тобто на кожен запит, що надійшов від менеджера, агент повинен передати відповідь. Особливістю протоколу є його надзвичайна простота - він містить у собі всього кілька команд.

Команда Get-request використовується менеджером для одержання від агента значення якого-небудь об'єкта по його імені.

Команда GetNext-request використовується менеджером для витягу значення наступного об'єкта (без вказівки його імені) при послідовному перегляді таблиці об'єктів.

За допомогою команди Get-response агент SNMP передає менеджерів відповідь на одну з команд Get-request або GetNext-request.

Команда Set використовується менеджером для встановлення значення якого-небудь об'єкта або умови, при виконанні якого агент SNMP повинен послати менеджерів відповідне повідомлення. Може бути визначена реакція на такі події як ініціалізація агента, рестарт агента, обрив зв'язку, відновлення зв'язку, невірна аутентифікація й втрата найближчого маршрутизатора. Якщо відбувається кожне із цих подій, то агент ініціалізує переривання.

Команда Trap використовується агентом для повідомлення менеджерів про виникнення особливої ситуації.

Версія SNMPv.2 додає до цього набору команду GetBulk, що дозволяє менеджерів одержати кілька значень змінних за один запит.

2.2 Типові несправності мережі

Найбільш частими несправностями в мережі є помилки маршрутизації трактів низького рівня:

- обрив лінії зв'язку або оптичного волокна

Типові причини: випадковий обрив при проведенні грабарств, осідання ґрунту, землетрус;

- погіршення якості зв'язку (неприйнятно високий коефіцієнт фонових помилок)

Типові причини: нагромадження тремтіння фази (джиттера), низька прийнята потужність, оптичні відбиття через неякісну соединеній або неточного зварювання волоконно-оптичного кабелю;

- відмова апаратних засобів

Типові причини: Хоча мережні елементи, подібно всім сучасним електронним пристроям, є високонадійними, і в процесі їхньої експлуатації можливі відмови;

- помилка маршрутизації тракту (поява несправності на рівні трактів низького або високого рівня).

Типові причини: неправильна маршрутизація трактів у мультиплексорах вводу-висновку або цифрових кросс-коммутаторів (можливо викликана помилкою оператора в процесі установки мережних трактів при використанні декількох систем керуванням конфігурацією або в результаті збою в програмному забезпеченні системи керування конфігурацією)

Коли інженер по обслуговуванню мережі знає про існування проблеми, йому необхідно локалізувати джерело й усунути несправність. Методологія практичної локалізації несправностей представлено на рис.2.2.



Рисунок 2.2 – Практична локалізація несправностей

Очевидно, що локалізація джерела несправності є значно більш складним завданням, чим просто її виявлення. Гарантією того, що обслуговуючий персонал мережі має здатність локалізувати всі загальновідомі мережні несправності, являється обов'язкове дотримання наступних умов:

- наявність інтерфейсу обслуговуючого рівня для доступу до даних про помилки й аварійні сигнали в системі керування обробкою несправностей;

– наявність портативного тестового встаткування для отримання тестових даних від тих крапок мережі, звідки не надходять дані «убудованої» діагностики.

Тестові дані від цих двох джерел необхідні для локалізації типових несправностей, таких, як помилка маршрутизації тракту (поява несправності на рівні трактів низького або високого рівня), а також для локалізації деяких типів несправностей апаратної частини мережних елементів.

2.3 Несправності кабельних ліній зв'язку

Порушення нормального функціонування кабельних систем на базі крученої пари можуть бути викликані грубими помилками при монтажі, прихованими дефектами конструкції кабелю й ушкодженням при його прокладці, процесами старіння самих кручених пар й арматури кабельних ліній зв'язку, а також іншими причинами (рис.2.3).

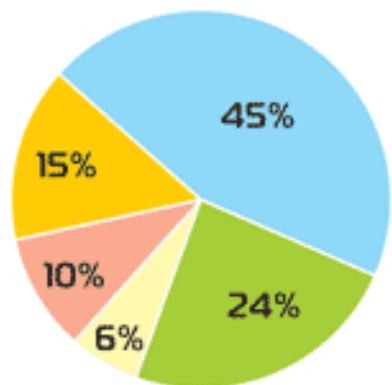


Рисунок 2.3 - Розподіл ушкоджень по кабельних ліній

45% — порушення герметичності муфт і місць зварювань; 15% — проведення сторонніх робіт на трасі; 10% — розтріскування кабелю в результаті перегину; 6% — розтріскування кабелю на прямолінійній ділянці; 24% — ушкодження кабелю гризунами, промерзання кабельної каналізації та інші ушкодження

Основні ушкодження виті пари

До явних недоліків монтажу відносяться помилки з'єднання жил кручених пар у кросах АТС, на стиках будівельних довжин, у розподільних шафах і коробках, вилучених терміналах і т.д. Нижче наведений опис, а також

англомовні назви дефектів, використовувані в різних вимірювальних приладах для індикації типу несправності.

Відповідно до прийнятої термінології, дві пари, у яких порушений правильний порядок підключення жил, називаються розщепленими (split) (рис.2.4). Ознаками розщеплених пар можуть бути збільшений резистивний й ємнісної дисбаланс.

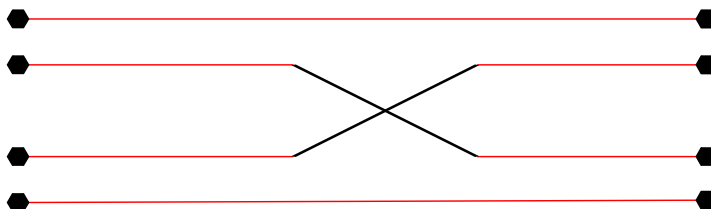


Рисунок 2.4 – Розщеплена (split) віта пара

Неправильно змонтована кручена пара, де прямий і зворотний дроти переставлені місцями, називається переверненою, або схрещеною (reversal) на рис.2.5. У такому випадку проведення tip (T) підключений до мінуса станційної батареї, а проведення ring (R) - до її плюса. Гнітуха частина термінального встаткування (у тому числі всі телефонні апарати) має захист від порушення полярності станційної батареї. Але в кабельних лініях СКС порядок підключення жил у крученій парі як і раніше вкрай важливий.

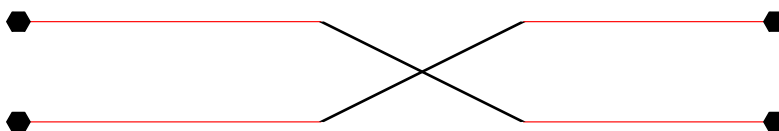


Рисунок 2.5 – Перевернена, або схрещена (reversal) віта пара

Дві кручені пари з помилковим підключенням до затисків терміналу називаються транспонованими парами (transposition). На телефонній мережі такий дефект монтажу приведе до підключення невірного номера. У випадку ж СКС підключене до лінії встаткування може виявитися непрацездатним.

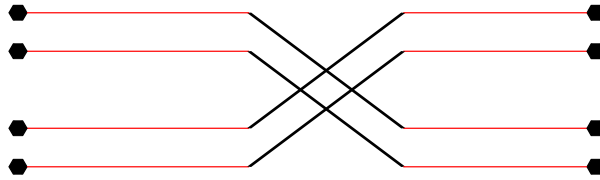
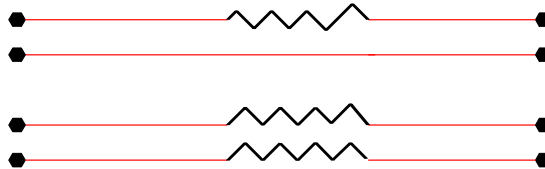


Рисунок 2.6 – Транспонована вита пара (transposition)

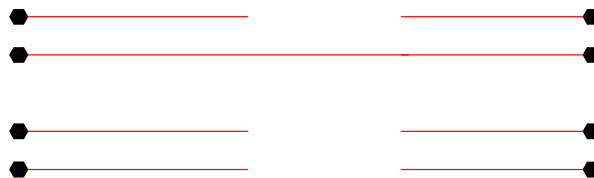
До основних прихованих дефектів кабельних ліній зв'язку відноситься:

- неякісний монтаж муфт;
- роз'єднання жил на стиках будівельних довжин.

У першому випадку на рис.2.7 порушується герметичність оболонки кабелю й виникає небезпека його намокання, а для іншого характерно на рис.2.8 поява поганих контактів (partial open) і навіть обриви жил крученої пари (open). До таких же результатів приводить корозія контактів кросових пристроїв і неякісна кросировка.



**Рисунок 2.7 – Основний прихований дефект кабельних ліній -
неякісний монтаж муфт**



**Рисунок 2.8– Основний прихований дефект кабельних ліній –жил на
стиках будівельних довжин**

Дефекти й пробої ізоляції жил, волога в кабелі й забруднення терміналів нерідко ведуть до замикання жил у парі між собою.

Замикання може бути низькоомним (short) на рис.2.9 або високоомним (partial short) на рис.2.10

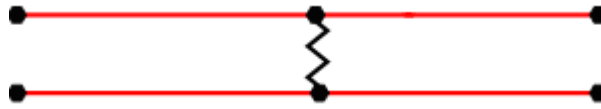


Рисунок 2.9 – Низькоомне (short) замикання

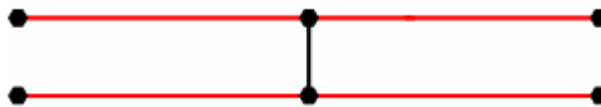


Рисунок 2.10 – Високоомне (partial short) замикання

Ще один аналогічний вид дефектів витієї пари - замикання на землю однієї або декількох її жил (ground) на рис.2.11. Причому контакт жили із землею зовсім не обов'язково буде перебувати недалеко від місця ушкодження ізоляції жили - електричний шлях від провідника жили до землі пройде через екран кабелю, металеві елементи конструкції терміналів і несучі елементи кабелю.

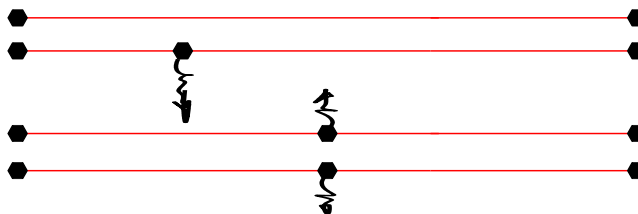


Рисунок 2.11 – Замикання на землю однієї або декількох її жил (ground)

Замикання трапляється й між жилами двох різних пар, причому замкнуті можуть бути як однойменні, так і різнойменні жили (cross й battery cross,

відповідно). Такий вид дефектів приводить до наявності сторонньої напруги на лінії, перехідним явищам, ослабленню сигналу. На телефонній мережі можливий ефект постійного сигналу готовності станції на лінії.

Природний процес старіння витोї пари проявляється у вигляді збільшення внесеного нею загасання внаслідок погіршення діелектричних властивостей ізоляції витої пари. Тому при проектуванні ЦСП, включаючи й лінії xDSL, повинні бути передбачені підвищені запаси по внесеному загасанню.

При ідентифікації несправностей пари завжди потрібно мати на увазі, що її дефекти можуть бути множинними (кілька однотипних дефектів) на рис.2.12 або комбінованими (кілька різнотипних дефектів) на рис. 2.13, а показання приладів при вимірах з різних сторін можуть істотно відрізнятись.



Рисунок 2.12 – Множинні (кілька однотипних дефектів) дефекти

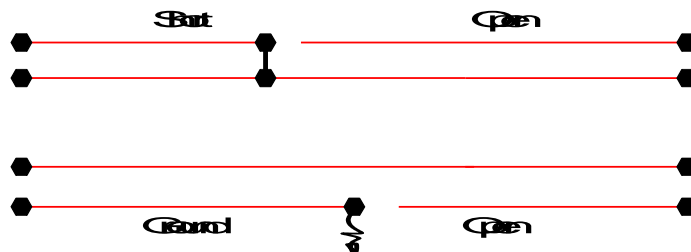


Рисунок 2.13 – Комбіновані (кілька різнотипних дефектів) дефекти

Як уже стало відомо, джерелами перешкод витої пари служать внутрішні й зовнішні перешкоди кабелю. До основних джерел внутрішніх перешкод відносять сусідні кручені пари того ж кабелю, а до основних джерел зовнішніх

перешкод - перешкоди від мережі змінного току й атмосферні явища, включаючи розряди блискавки й радіоперешкоди.

Ефективність придушення зовнішніх перешкод, і в першу чергу гармонік мережі змінного току, забезпечується трьома механізмами:

- високим ступенем симетрії виті пари;
- цілісністю оболонки кабелю, що служити екраном;
- високоякісним періодичним заземленням екрана уздовж кабельної лінії.

Порушення нормальної роботи кожного із них може стати причиною підвищених шумів виті пари. Більше того, навіть при високій якості симетрії порушення цілісності екрана кабелю й/або дефекти його заземлення здатні привести до появи сильних шумів в абонентській лінії.

У більшому числі випадків наслідком всіх порушень нормальної роботи виті пари є зменшення загасання її асиметрії - саме воно, внаслідок різних причин, робить кручену пару практично беззахисною перед всіма перешкодами як з боку сусідніх пар тієї ж кабельної лінії зв'язку, так і з боку зовнішніх джерел перешкод.

При обстеженні витих пар, де виявлена сильна перешкода, важливо зрозуміти характер останньої: зокрема, чи постійний її рівень. Залежність рівня перешкоди від години дня, погоди й сезону майже точно вказує на те, що причина криється в режимі роботи мережі змінного току, а також дефектах устаткування цієї мережі.

З першого погляду може здатися незрозумілим, чому, наприклад, рівень перешкод виті парі зростає в жарку літню погоду й залишається в межах норми в прохолодні дні. Відповідь, однак, проста - у жарі збільшується навантаження на мережі змінного току в результаті масового використання вентиляторів і кондиціонерів, а разом з ним й число низькочастотних перешкод, індукованих у кручених парах мережею змінного току. Сказане, зрозуміло, відноситься й до сильних морозів, коли повсюдно включаються обігрівачі. Так само на рівень перешкод впливають година доби й дні тижня. Тому при оцінці

заподій скарги, що надійшла від абонента, варто обов'язково з'ясувати, чи є порушення нормальної роботи витої парі постійним або виникає лише періодично.

У більшості випадків, сильна перешкода, яка з'являється час від часу - наслідок зміни навантаження мережі змінного току або режиму роботи таких її елементів, як конденсаторні регулятори косинуса, які працюють у режимі періодичного автоматичного включення.

2.4 Основні несправності волоконно-оптичних ліній зв'язку

Основні види несправностей та їх характеристики у ВОСП наведені в табл. 2.1, та розподіл ушкоджень на волоконно-оптичних лініях зв'язку на рис. 2.14.

Пошук несправності в кабелі починається з аналізу його зв'язності з використанням візуального дефектоскопа у випадку кабелів малої довжини або OTDR у випадку протяжних кабелів. Основними несправностями кабелю звичайно є коннектори, зварювання з поганою якістю, з'єднання й обриви кабелю, обумовлені зовнішніми впливами.

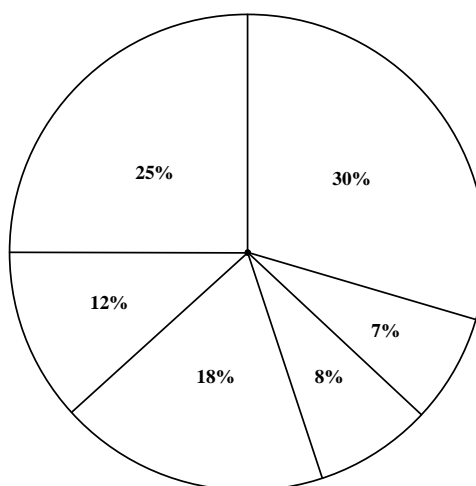


Рисунок 2.14 - Розподіл ушкоджень на волоконно-оптичних лініях зв'язку

Таблиця 2.1 – Основні види несправностей у ВОСП

Несправність	Співвідношення	Причина	Устаткування діагностики	Процедура усунення
Конектор	25	Пил або забруднення	Мікроскоп	Очищення, полірування, відновлення
Кабель pigtail	18	Перекручування кабелю	Візуальний дефектоскоп	Усунення перекручування
Локальний сплеск загасання в кабелі	8	Перекручування кабелю	OTDR	Усунення перекручування
Розподілене збільшення загасання в кабелі	7	Неякісний кабель	OTDR	Заміна ділянки кабелю
Втрати у зварювальному вузлі	12	Неякісне зварювання Втрати, пов'язані із близьким розташуванням волокон у зварювальному вузлі	OTDR Візуальний дефектоскоп	Розкриття вузла й проведення зварювання заново
Обрив кабелю	30	Зовнішні впливи	OTDR, візуальний дефектоскоп	Ремонт/заміна

Для пошуку несправності в конекторах застосовуються експлуатаційні мікроскопи. Для діагностики зварювань і локалізації обривів застосовуються OTDR з обліком описаних вище обмежень на точність вимірів.

Першим завданням пошуку несправності у ВОСП є аналіз, чи відноситься несправність до електричної частини встаткування або до оптичної. Для цього за допомогою ОРМ вимірюється рівень оптичної потужності й потім виробляється порівняння з нормативним.

Якщо рівень оптичної потужності перебуває в межах норми, несправність перебуває в електронній частині апаратур передачі, що потребує заміни або

ремонту. Якщо рівень прийнятої потужності занадто низький, несправність перебуває або в передавачі, або у волоконно-оптичному кабелі.

Для подальшого пошуку необхідний вимір вихідної потужності передавача, для цього використовуються ОРМ і тестовий кабель. Якщо вихідна потужність передавача низька, він повинний бути відремонтований. Якщо потужність перебуває в межах норми, несправність пов'язана з волоконним кабелем.

2.5 Розподіл несправностей у бездротових ліній зв'язку

Діагностика безпроводних локальних мереж настільки ж проста, як і у випадку мереж Ethernet на базі концентраторів, так як бездротова середа передачі інформації розподіляється між всіма власниками клієнтських радіопристроїв. На відміну від концентратора Ethernet з бездротовими з'єднаннями, якість бездротових клієнтських з'єднань далека від стабільної. Мікрохвильові радіосигнали, які використовуються у всіх варіантах локальної передачі, слабкі та часто непередбачувані. Навіть невеликі зміни положення антени можуть серйозно позначитися на якості з'єднань. Точки доступу бездротової локальної мережі забезпечуються консоллю управління пристроями, і це часто найбільш дієвий метод діагностики, аніж відвідування клієнтів бездротової мережі і спостереження за пропускнуою здатністю і умовами виникнення помилок за допомогою портативного аналізатора.

Розподіл несправностей у бездротових ліній зв'язку та основні види несправностей у бездротових лініях зв'язку надано на рис.2.14 і табл.2.2

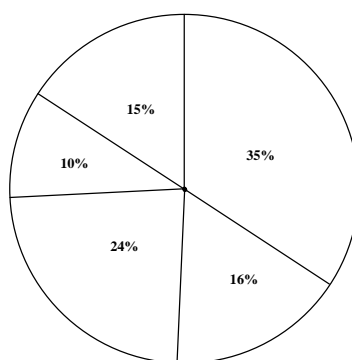


Рисунок 2.14 - Розподіл ушкоджень на бездротових лініях зв'язку

Таблиця 2.2 - Основні види несправностей у бездротових лініях зв'язку

Процентне співвідношення, %	Види пошкоджень каналів зв'язку
35	Пошкодження інтерференції
24	Пошкодження при перемиканні в роумінг
16	Втрата з'єднання з магістральною локальною мережею
15	Помилка в передачі інформації в інфраструктурі базових станцій і повторювачів
10	Порушення потужності каналів

2.6 Устаткування для пошуку несправностей

Виробники діагностичного обладнання об'єднали функції всіх перерахованих традиційних інструментів в портативних пристроях для виявлення найпоширеніших несправностей на декількох рівнях OSI.

– Розширення інфраструктури й впровадження нових технологій являє собою складні завдання для мережних фахівців. Вибір правильного засобу дозволяє розв'язати проблему простіше й з меншими зусиллями. Сімейство портативних мережних тестерів й аналізаторів Fluke Networks було розроблено спеціально для рішення подібних завдань.

2.6.1 Загальне устаткування для пошуку несправностей для кабельних ліній зв'язку

Устаткування для пошуку несправностей для кабельних ліній зв'язку:

– імпульсний локатор Tonearc (TE-1102-5000). Пошук високоомних замикань до 100КОм, висока точність (0.1м). Не впливає на роботу систем передачі;

– імпульсний локатор M2003 (3-20-0454). Імпульсний локатор вдало доповнить прилади, використовувані для діагностики прокладеного кабелю. Модель 2003 дозволити точно визначити місце розташування найменшого порушення ізоляції кабелю;

– Рефлектометри Tempo (рефлектометр – вимірювальна система, що являє собою сукупність двох приладів в одному корпусі: повнофункціональний рефлектометр і кабельний вимірювальний міст. Прилад дозволяє виявити й точно локалізувати місце будь-якого ушкодження (коротке замикання, обриви, зниження опору ізоляції) і зробити вимір параметрів кабельних ліній всіх типів).

2.6.2 Загальне устаткування для пошуку несправностей у ВОЛЗ

Новий портативний вимірник потужності на базі платформи AXS-200
Область застосування: оптимізований для застосування на оптичних МОС
Ключові особливості: високорентабельне рішення для первинної оцінки потужності оптичної лінії зв'язку, що базується на революційній модульній платформі EXFO AXS-200 SharpTESTER; діоди - індикатори придатності лінії за граничним значенням

Граничні значення - предустановлені (з можливістю редагування) і обумовлені користувачем у рамках основних стандартів зв'язку: TIA/EIA-568-B.3, ISO/IEC-11801, 10GBASE-LX4, 10GBASE-L, 10GBASE-E, 10GBASE-S, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 100BASE-FX, 10BASE-FB, 10BASE-FL, FDDI, ATM-155, ATM-622, Token Ring 4 й 16 Мбит/сек, Fibre Channel 1062 Мбит/сек, Corning plug and play

Всі переваги платформи AXS-200: модульність, широкі комунікаційні можливості, кольоровий екран високої точності

Будь-яка оптоволоконна мережа повинна бути сертифікована перше ніж вона буде запущена в експлуатацію. Сертифікація ВОЛЗ - це, у свою чергу, підтвердження високої якості будівництва мережі й відповідності існуючим стандартам зв'язку.

Новий вимірник потужності AXS-200/360 має неперевершену простоту використання й точність виміру для рішення більшості завдань сертифікації на відповідність сучасним стандартам зв'язку й обслуговування ВОМЗ.

Прилад оптимізований для застосування на різних мережах зв'язку: 1G Ethernet, 10G Ethernet й ін. - і дозволяє з легкістю проводити вимір оптичних втрат на 40 довжинах хвиль в автоматичному режимі. При цьому вимірник потужності перевіряє довжину кабелю, зазначену оператором, оцінює якість поверхні коннекторів/адаптерів (опція відеомікроскопа) і виявляє несправності лінії за допомогою візуального детектора ушкоджень (опція VFL). Вимір потужності як на одномодових, так і багатомодових волокнах. Вимірник потужності AXS-200/360 проводить тестування SM й MM волокна без необхідності заміни модуля.

Цей прилад дозволяє оцінити фізичний рівень мережі аж до передачі сигналів 10 Gigabit Ethernet як по одномодовим, так і по багатомодовим волокнам.

Рішення для повної оцінки ВОЛЗ. Для повної оцінки втрат і виміру оптичної потужності сигналу потрібен не тільки вимірник потужності, але й джерело, а саме джерело випромінювання FLS-600, що поставляється в комплекті для повної оцінки ВОЛЗ - ТК-AXS-360, разом з вимірником потужності AXS-200/360.

Після закінчення тесту на екрані відіб'ється збережений звіт (таблиця результатів) з повними характеристиками (всі обмірювані значення з урахуванням заданих порогів і довжини волокна) лінії. Використовуючи ПО Optical Report Viewer можна не тільки побачити отримані результати тестування на екрані ПК, алі й створити професійний документований звіт про стан оптичної лінії зв'язку.

Перевірка коннекторів. Відомий факт, що більшість проблем ВОЛЗ можна було б уникнути, якби не забруднені, ушкоджені або неправильно встановлені коннектори, які можуть не тільки привести до одержання помилкового результату при проведенні тестування, алі й до погіршення якості передачі в цілому.

Легкий пошук несправностей

Використовуючи яскравий червоний промінь візуального детектора ушкоджень (VFL) можна швидко й точно (візуально) виявити такі несправності,

як неякісні зварювання, макровигини, ушкодження (тріщини) волокна й неякісні коннектори на ближньому кінці оптичної лінії зв'язку.

Локалізація обривів і визначення характеру ушкоджень в оптичному кабелі

Для проведення аварійних експлуатаційних вимірів особливо важливим є визначення ділянок і причин деградації якості передачі сигналу. Для цієї мети використовуються рефлектометри.

Зрозуміло що, рефлектограмма не тільки описує функцію розподілу загасання по довжині кабелі, алі й може використовуватися для локалізації ділянок і причин деградації якості. Так, ділянки зварювальних вузлів і крапки випадкового розсіювання, пов'язаного з дефектами оптичного волокна, на рефлектограммі відображаються як крапки збільшення загасання без сплеску потужності відбитого сигналу. Це означає, що крапки є крапками релеєвського розсіювання без френелевського відбиття. У той же час крапки поганого з'єднання, обриву або значного ушкодження кабелю відображаються як крапки відбиття з характерними сплесками потужності відбитого сигналу.

Рефлектометри забезпечують аналіз кабелю на предмет пошуку неоднорідностей. При цьому візуальний аналіз форми рефлектограмми дозволяє якісно оцінити характер ушкодження в кабелі. Специфікою оптичного волокна в порівнянні з електричними кабелями є те, що відбита потужність крапки ушкодження залежить від кута відколу волокон. У випадку впливу на волокно тільки сили, що розтягує, виникає плоска поверхня зламу, якщо ж волокно руйнується від удару, то поверхня не є плоскою. Відповідно будуть розрізнятися сигнали на рефлектограмі.

Пошук несправностей в оптичних коннекторах

Для пошуку несправностей в оптичних коннекторах застосовуються методи візуального аналізу з використанням експлуатаційних мікроскопів. Для аналізу необхідно правильно обрати параметр посилення мікроскопа (як правило в межах 30-100 кратного збільшення). Мале збільшення експлуатаційних мікроскопів не забезпечує розв'язної здатності, необхідної для пошуку дефектів полірування й цілісності волокна в коннекторі, з іншого боку, зайво велике збільшення буде

приводить до того, що неоднорідності будуть здаватися більше істотними, чим це є насправді. Тому звичайно вибирається середнє збільшення в описаному діапазоні з обліком суб'єктивно зорового сприйняття монтажника.

Звичайно використовуються три основних схеми візуального аналізу коннектора:

- пряме спостереження полірованої поверхні волокна з підсвічуванням;
- пряме спостереження поверхні з підсвічуванням і з наявністю оптичного сигналу у волокну;
- спостереження під кутом.

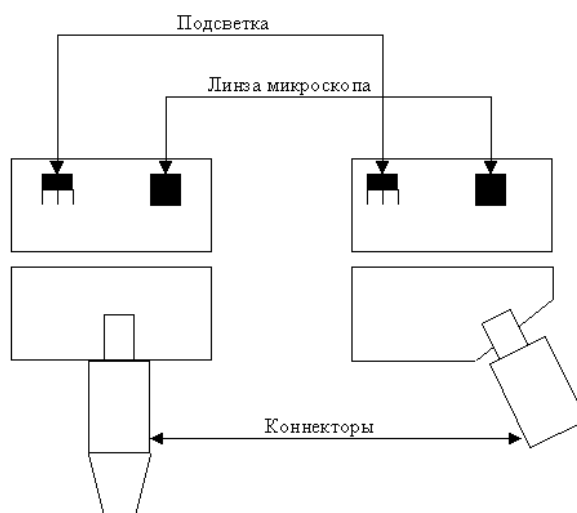


Рисунок 2.14 - Пошук несправностей у коннекторах з використанням мікроскопа

Аналіз коннектора методом прямого спостереження дозволяє проаналізувати правильність центрування, кількість зв'язувальної речовини й т.д., однак аналіз полірованої поверхні волокна утруднений, можна побачити тільки найглибші подряпини. Аналіз волокна з оптичним сигналом дозволяє спостерігати додатково тріщини й відколи, викликані тиском або нагріванням у процесі полірування коннектора.

Аналіз коннектора методом спостереження під кутом дозволяє більш детально аналізувати поліровану поверхню волокна за рахунок виникаючих тіней від подряпин.

Необхідно дуже обережно ставитися до візуального аналізу з використанням мікроскопів, оскільки такі виміри не позбавлені суб'єктивності. Варто пам'ятати, що тільки дефекти серцевини оптичного волокна приводять до деградації якості оптичної передачі. Дефекти скляної оболонки волокна практично не впливають на функцію коннектора до передачі оптичного сигналу по серцевині волокна. Таким чином, дефекти оболонки волокна не викликають додаткового загасання.

У міру розвитку мережних додатків і збільшення попиту на високу пропускну здатність вимоги до процедури тестування також зростають. Як показує практика при впровадженні нових служб, модернізації інфраструктури, призначенні MAC-адреса або при пошуку несправностей і проблем зі зв'язком, рекомендується перевіряти цілісність ліній зв'язку й доступність мережі після сертифікації кожної з їх. Крім того, рекомендується документувати результати перевірки в єдиному зведеному звіті.

Поліпшення надаваних послуг

Цей традиційний інструмент, використовуваний у багатьох компаніях для сертифікації продуктивності каналів передачі даних, може також використатися для перевірки й документування доступності мережних служб. Він простий у роботі й здатний швидко надавати велику й коштовну інформацію. Якщо при установці нових ліній зв'язку виникає необхідність підключення служб, тестер DTX з Модулем для перевірки мережних служб дозволяє документувати всі виконувані тести й процедури тестування мережі, як частина документації по сертифікації кабельних ліній, надаваної ПО LinkWare. Це дозволяє переконати клієнтів у тім, що робота була виконана як треба - у відповідності зі стандартами й найкращими традиціями. Крім того, це дозволяє поліпшити якість служб, з якими працюють кінцеві користувачі, звести до нуля ймовірність виникнення помилок і знизити годину простою в мережі.

Практичний підхід

Сертифікуйте кабельну інфраструктуру на відповідність стандартам TIA/ISO.

Щоб довідатися про можливості підключення служби, перевірте з'єднання з мережею й доступність служби в мережі.

Документуйте результати всіх тестів у єдиному зведеному звіті.

Використовуючи наведень практичний підхід, можна:

- забезпечити найвищу гарантію якості;
- уникнути помилок при передачі даних;
- знизити годину простою мережі.

Перевірка з'єднання з мережею

Встановите зв'язок з такими ключовими пристроями мережі, як сервери або шлюзи. Успішне завершення цієї перевірки дозволяє встановити, чи може дана мережна розетка забезпечити надійний зв'язок з мережею. Якщо сервер DHCP (Протокол динамічної конфігурації хоста) активний, Модуль мережних служб автоматично одержує адресу Ethernet й адреси ключових пристроїв у мережі.

Перевірка доступності мережних служб

Тестер DTX з Модулем мережних служб повідомляє про завантаження мережі Ethernet на тестуємій ділянці (у відсотках від доступної пропускної здатності). При цьому на концентраторі або комутаторі може мигати відповідний індикатор, що свідчить про підключення тестера до даного пристрою. Щоб перевірити, чи підключена тестируемая лінія до потрібного порту, пристрій повідомить характеристики й можливості даного порту концентратора / комутатора. Більше того, у режимі пошуку несправностей можна швидко визначити, чи підключена розетка, розташована в робочій зоні до мережі, а також установити тип служб, що може забезпечуватися при підключенні до неї.

Перевірка функції Po (Живлення через Ethernet)

Модуль мережних служб може перевіряти, чи надає встаткування забезпечення живлення (Power Supply Equipment, PSE) та якість живлення, що відповідає вимогам альтернативи А або В стандарту IEEE 802.3af. Крім того, він сам може забезпечувати живлення для подібних пристроїв.

Можливості:

– *перевірка доступності мережних служб* – ця функція призначена для визначення активності телекомунікаційної розетки, ідентифікації швидкості передачі даних (для з'єднання 10/100/1000), перевірки можливості дуплексної передачі даних і визначення наявності живлення для роботи PoE-пристроїв;

– *перевірка завантаження лінії зв'язку й наявності помилок* – відображає завантаження мережі Ethernet на тестуємій лінії зв'язку (у відсотках від доступної пропускної здатності мережі); ідентифікує ширококомовний трафік і перевіряє наявність помилок у мережі;

– *ідентифікація порту* – призначена для перевірки підключення тестуємої лінії до потрібного порту за допомогою миготливого індикатора на концентраторі / комутаторі, а також для знаходження місця підключення мережної розетки;

– *перевірка з'єднання з мережею Ethernet при швидкостях до 1 Гбит/з*; використовуйте DHCP- сервер використовують для одержання IP-адреси, відправлення запиту Ping на маршрутизатор за замовчуванням й DNS-сервер при швидкостях 10, 100 й 1000 Мбит/с. Крім того, можна вручну призначати IP-адреси для відправлення запиту Ping до мережних пристроїв;

– *перевірка Po* – перевірка доступності й рівнів напруги в лініях зв'язку, підключених до встаткування забезпечення живлення для роботи PoE-пристроїв, таких як VoIP, мережні камери й бездротові крапки доступу;

– *документування* – результати по сертифікації кабельних ліній зв'язку, а також результати тестування мережної доступності й зв'язності лінії відображаються в одному зведеному звіті за допомогою ПО LinkWare;

– *пошук несправностей у лінії зв'язку* – дозволяє визначати причину проблем із продуктивністю мережі.

Екран (відомості про узгодження) дозволяє одержати більш докладне подання про з'єднання, включаючи статус Po.

Перевірка з'єднання з такими ключовими пристроями, як сервери або шлюзи, за допомогою функції Ethernet Ping.

Документування всіх виконаних мережних тестів у рамках документування сертифікації кабелю, забезпечуваного ПО LinkWare.

Модуль DTX-NSM відображає статистику по трафіку на тестуемій лінії зв'язку. Дані про трафік збираються й аналізуються щосекунди; пристрій також відслідковує усереднені й пікові значення кожного параметра.

2.6.3 Загальне обладнання для тестування бездротових ліній зв'язку

Обладнання для тестування бездротових ліній зв'язку:

- 9102 Портативний аналізатор спектра до 4ГГц. Аналізатор спектра 9102 застосовується в сервісних центрах при ремонті мобільних терміналів зв'язку, у мережах радіозв'язку для настроювання й перевірки випромінювань базових станцій, а також для нових 2,4 ГГц WiFi систем;
- аналізатор антенно-фідерних пристроїв. Аналізатор ліній зв'язку й антен GC723A являє собою легкий портативний засіб діагностики, що точно виявляє робочі неполадки в інфраструктурі базових станцій або повторювачів;
- Multimaster G7104A - аналізатор базових станцій. G7104A-Multimaster являє собою рішення для виконання техобслуговування базових станцій і ретрансляторів у будь-якому середовищі, охоплюючи всі стандарти GSM, CDMA, включаючи cdmaOne, cdma2000 1Ч RTT, cdma2000 1xEVDO й WCDMA/HSDPA;
- аналізатори спектра MICRONIX. Смуга дозволу до 3 МГц. Відображуваний середній рівень шуму -117 дБм. Вхідне рознімання SMA

J, інтерфейс для ПД RS-232C. Вимір потужності каналів і потужності сусідніх каналів;

– аналізатор спектра - Micronix MSA338. MSA 338/358 – це надійні аналізатори спектра, які по експлуатаційним і функціональним характеристикам порівняні з настільними аналізаторами, але при цьому залишаються компактними, легкими, і недорогими приладами;

– Stabilock 4032 - універсальний вимірювальний комплекс. Універсальний радіотестер STABILOCK 4032 розроблений для комплексного рішення завдань діагностики й тестування аналогових і цифрових систем й устаткування радіозв'язку;

– BAT-2700 - модуль тестування базової станції та радіоефіру на платформі FST2000. Модуль тестування базової станції й радіоінтерфейса ACTERNA TestPad BAT 2700 є тестовим і вимірювальним інструментом і призначений для підвищення ефективності роботи груп, що обслуговують базові станції;

– 4107S - тестер мобільних терміналів зв'язку. Компактна конструкція пристроїв серії Wavetek 4100 займає мінімум місця на стенді, а широкий вибір кабельних з'єднувачів забезпечує вірогідність виміру продуктивності мобільного зв'язку для передавача й приймача;

– 4200S - тестер мобільних терміналів зв'язку. 4200S являє собою сімейство тестерів для телефонних терміналів GSM середнього рівня по дуже невисокій ціні. Серія пристроїв містить у собі три тестери: 4201S, 4202S й 4203S для різного рівня тестування;

– 4300 - тестер мобільних терміналів зв'язку. Система 4300 є орієнтованою на користувача рішенням для тестування аналогових і цифрових телефонних апаратів, а також телефонів PCS;

– 4400S - тестер мобільних терміналів зв'язку. Нова серія 4400 тестерів мобільних терміналів забезпечує тестування в різних діапазонах і стандартах;

– ND 500 / ND 1000 - генератор частоти. Частотні генератори серії ND-500/ND-1000 являють собою РЧ-генератори з дозволом 0.1Гц/0.2 Гц і мають швидке перемикання тривалістю 1ms через паралельний інтерфейс VCD, високу чистоту (purity) спектра й стабільний еталон частоти (ОСХО).

Висновок: у міру розвитку мережних додатків і збільшення попиту на високу пропускну здатність вимоги до процедури тестування також зростають. Як показує практика при впровадженні нових служб, модернізації інфраструктури, призначенні MAC-адреса або при пошуку несправностей і проблем зі зв'язком, рекомендується перевіряти цілісність ліній зв'язку й доступність мережі після сертифікації кожної з їх.

Крім того, рекомендується документувати результати перевірки в єдиному зведеному звіті. Завдяки цьому клієнти будуть упевнені у відмінному робочому стані інфраструктури мережі.

Якщо порівнювати між собою різні прилади, можна побачити неістотну різницю, тому що основні функції, необхідні для діагностики СКС, присутні в усіх.

Додатковими можливостями, залежно від конкретної моделі, можуть бути двосторонній вимір, тестування волоконно-оптичних кабелів, схема з'єднання жил кабелю, виявлення імпульсних перешкод, моніторинг трафіка МОС й ін.

Вирішуючи дилему, який обрати прилад для діагностики СКС, варто пам'ятати одну річ. Якими б не були дорогими апарати, їхнє застосування швидко окупає вкладені кошти й дозволяє легко обслуговувати мережу, підтримуючи її якість на високому рівні.

РОЗДІЛ 3

ДІАГНОСТУВАННЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Перш ніж приступитися до опису методики виявлення "прихованих дефектів" необхідно визначитися з термінами: що, властиво, розуміється під діагностикою локальної мережі і яку мережу варто вважати "гарною".

Дуже часто під діагностикою локальної мережі мають на увазі тестування тільки її кабельної системи. Це не зовсім вірно. Кабельна система є однією з найважливіших складових локальної мережі, але далеко не єдиною й не самою складною з погляду діагностики. Крім стану кабельної системи на якість роботи мережі значний вплив робить стан активного встаткування (мережних плат, концентраторів, комутаторів), якість устаткування сервера й настроювання мережної операційної системи. Крім того, функціонування мережі істотно залежить від алгоритмів роботи експлуатованого в ній прикладного програмного забезпечення.

Під терміном "локальна мережа" ми будемо розуміти весь комплекс зазначених вище апаратних і програмних засобів; а під терміном "діагностика локальної мережі" - процес визначення причин незадовільної роботи прикладного ПО в мережі. Саме якість роботи прикладного ПО в мережі виявляється визначальною, з погляду користувачів. Всі інші критерії, такі як число помилок передачі даних, ступінь завантаженості мережних ресурсів, продуктивність устаткування й т.п., є вторинними. "Гарна мережа" - це така мережа, користувачі якої не помічають, як вона працює.

Основних причин незадовільної роботи прикладного ПЗ в мережі може бути декілька: ушкодження кабельної системи, дефекти активного встаткування, перевантаженість мережних ресурсів (каналу зв'язку й сервера), помилки самого прикладного ПЗ. Часто одні дефекти мережі маскують інші.

Таким чином, щоб вірогідно визначити, у чому причина незадовільної роботи прикладного ПЗ, локальну мережу потрібно піддати комплексній діагностиці

В міру того, як корпоративні мережі підприємств стають більш крупними, зростають і проблеми, пов'язані з підтримкою нормальної працездатності мережі. Щоб мережа не виходила з ладу, необхідно оперативно усувати збої, а ще краще - попереджати їх виникнення.

Джерелом діагностичної інформації може бути комп'ютер, його процесор (наприклад, Itanium містить регістри, котрі фіксують число цілочислених і плаваючих операцій), мережний інтерфейс, операційна система, встановлена на машині, мережні перемикачі, маршрутизатори і т.і.

3.1 Методи усунення неполадок у кабельних лініях зв'язку

Методи тестування й призначені для цього пристрої. Тестування ліній зв'язку (ЛЗ) має на увазі застосування відповідних методів рисунок 3.1 і приладів (таблиця 3.1).

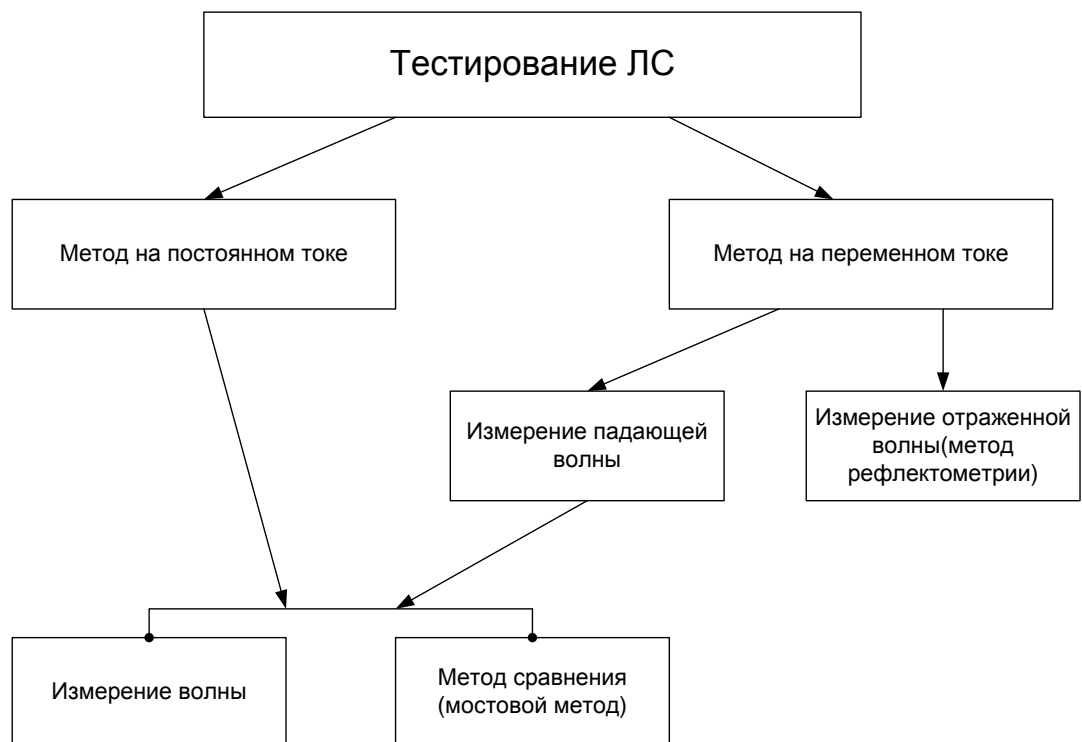


Рисунок 3.1- Методи тестування ліній зв'язку

Сучасна концепція тестування мереж зв'язку опирається на модель взаємодії відкритих систем OSI, відповідно до якої всі вимірювальні прилади для тестування мереж зв'язки підрозділяються на дві категорії:

- аналізатори фізичного рівня (перший рівень OSI);
- аналізатори більше високих рівнів (із другого по сьомий).

До аналізаторів фізичного рівня відносяться мультиметри, кабельні тестери, рефлектометри для металевих й оптичних кабелів, осцилографи, вимірники рівня сигналу й аналізатори спектра. Інша група аналізаторів другого-сьомого рівнів моделі OSI вимірює параметри циклів і пакетів, перевіряє цілісність даних, сеанси зв'язку, перетворення даних. Це можуть бути кишенькові тестери, аналізатори протоколів у вигляді універсальних приладів зі спеціальними модулями для рішення різних завдань або пакети програм для використання в комплексах тестування й для керування мережних вузлів.

Тестування кабельних ліній зв'язку здійснюється тільки за допомогою аналізаторів фізичного рівня. За кілька останніх десятиліть ринок аналізаторів фізичного рівня для тестування симетричних ліній перетерпів революційні зміни. Причиною стала поява технологій xDSL і структурованих кабельних систем. Прилади цієї групи дозволяють оцінити такі параметри лінії зв'язку, як її довжина, опір, загасання, коефіцієнт відбиття, перехідне загасання між крученими парами мідних кабелів й ін. Вони застосовуються й для локації електричного стану кабельної лінії (визначення неоднорідностей, паралельних відводів, місць ушкодження лінії й т.д.). Група кабельних тестерів для локації траси кабелів за допомогою набору сигналів тональних частот розглядалася в «Інструментарії» раніше.

У різних модифікаціях рефлектометра РЕЙС-205 поряд із традиційним методом імпульсної рефлектометрії, при якому надійно й точно визначається довжина лінії, відстань до місць короткого замикання, обриву, низькоомного витоку й поздовжнього збільшення опору (наприклад, у місцях скрутки жил), додатково реалізуються наступні методи виміру, у тому числі:

– мостовий метод виміру- дозволяє з високою точністю вимірювати опір шлейфа, оммічеськую асиметрію, ємність лінії, опір ізоляції, визначити відстань до місця високоомного ушкодження (зниження ізоляції) або обриву лінії. Використання мостового методу особливо важливо при вимірах кабелів зв'язку й при паспортизації кабельних ліній;

– метод коливального розряду (хвильовий метод) застосовується при вимірах місць ушкоджень силових кабелів. Цей метод може бути реалізований тільки у вимірювальному комплексі на основі приладу РЕЙС-205. При методі коливального розряду виробляється вплив на ушкоджену кабельну лінію від спеціального генератора високовольтних імпульсів або від джерела високої напруги. У момент пробою кабельної лінії в слабкому місці ізоляції виникає хвильовий процес, що поширюється по кабельній лінії й фіксується приладом РЕЙС-205, що працює при підключеному блоці коливального розряду;

– імпульсно-дуговий метод (метод короткочасної дуги) – новий метод, дотепер не використовувався у вітчизняних вимірювальних приладах. Цей метод не викликає пробій ізоляції й призначений для визначення ушкоджень у силових кабельних лініях із пластмасовою ізоляцією. Можна рекомендувати цей метод і для контрольних кабелів. Цей метод може бути реалізований тільки у вимірювальному комплексі на основі приладу РЕЙС-205.

При методі короткочасної дуги спочатку виробляється зондування кабельної лінії рефлектометром РЕЙС-205 без впливу на кабель високої напруги, отримана рефлектограма лінії зберігається в пам'яті приладу. Потім на кабельну лінію через спеціальний пристрій підтримки дуги впливають генератором високовольтних імпульсів.

При такому впливі в слабкому місці кабелю виникає дуга і її горіння підтримується менш 1 секунди. За цей час рефлектометр РЕЙС-205 зондує кабельну лінію й зберігає другу рефлектограму лінії у своїй пам'яті. Зондувальний імпульс відбивається від дуги як від короткого замикання й чітко спостерігається на рефлектограмі.

Таблиця 3.1 - Вимірювальні прилади для тестування мереж

Прилад	Режим використання
Мультиметр	Для виміру параметрів лінії по постійному й змінному струмі (напруга станційної батареї, опір шлейфа абонентської лінії й ін.).
Мости постійний і змінний токи	Доповнюють мультиметри, дозволяючи більш точно оцінювати первинні параметри лінії зв'язку.
Вимірники рівня сигналу	Використовують при налаштуванні, експлуатації й усуненні ушкоджень у системах передачі по металевих кабелях. З їхньою допомогою можна вимірювати загасання лінії, перехідне загасання, гармонійні перешкоди й шуми. Вимірники рівня працюють у селективному або ширококутовому режимі. Селективні вимірники рівня дозволяють оцінювати рівні сигналу або шуму тільки в певній, досить вузькій (100 Гц, 1 КГц) смузі частот. Завдяки цій властивості селективні вимірники здатні оцінювати дуже низькі рівні сигналів і перешкод. Ширококутові вимірники рівня застосовуються, як правило, для виміру ширококутових перешкод (наприклад, теплових шумів регенераторів і підсилювачів). У принципі вони придатні й для виміру рівнів моночастотних сигналів, якщо ті значно перевищують рівень ширококутовою перешкоди. Важлива перевага селективних вимірників у порівнянні із ширококутовими також в тому, що вони дозволяють робити тестування працюючої системи зв'язку.
Тестери коефіцієнтів бітових помилок BER	Основний інструмент для оцінки лінії цифрового зв'язку як при її первісному налаштуванні, так й у процесі експлуатації. В останньому випадку роботу системи зв'язку потрібно призупинити. Принцип дії приладу заснований на використанні псевдовипадкових послідовностей. Алгоритми функціонування тестерів BER опираються на рекомендації ITU-T — G.821, G.826, V.53 і M.2100. Тестери помилок дозволяють оцінювати бітові й блокові помилки, а також помилки в секундних інтервалах, включаючи частку таких інтервалів без помилок EFS, з помилками ES і із численними помилками SES. Результати тестування помилок звичайно представляють у вигляді числових значень або гістограми. Деякі аналізатори протоколів високого рівня мають убудовані функції тестування помилок. На відміну від вимірників рівня, тестери помилок вимагають обов'язкового закриття системи зв'язку.

Продовження таблиці 3.1

Прилад	Режим використання
Рефлектометри в тимчасовій області, TDR	Дозволяють оцінити характерні точки лінії зв'язку, включаючи неоднорідності, ушкодження й т.і. До достоїнств рефлектометра відноситься той факт, що виміри можуть проводитися тільки з одного кінця. Однак таке підключення не завжди дозволяє точно визначити причину відбиттів (особливо у випадку множинних дефектів). Крім того, тестування в частотній області має істотно більший набір функцій, включаючи вимір первинних параметрів — опору, ємності, а також параметрів передачі, впливу, шумів, асиметрії й ін. Через складну природу ушкоджень кручених пар окреме тестування в тимчасовій або частотній області не дозволяє вичерпним образом ідентифікувати причину ушкодження і його місце розташування.
Осцилографи й аналізатори спектра	Осцилограф надає можливість для вичерпної деталізації параметрів сигналу, включаючи його форму, частоту, час наростання й спаду.
Логічні аналізатори	Використовуються для запису сигналів синхронізації. Вони схожі на осцилографи з додатковими функціями тестування цифрових сигналів, контролюють одночасно декілька синхросигналів і постачені можливістю автоматичного запуску при певному стані контрольованих сигналів.

Порівнюючи першу й другу рефлектограмми легко визначають місце ушкодження.

Імпульсно-дуговий метод дозволяє визначити складні (високоомні) ушкодження в кабельних лініях без використання пропалення ізоляції.

В «аналогову епоху» прилади призначалися для рішення проблем традиційних телефонних мереж з їхньою орієнтацією на діапазон звукових частот. Сучасні прилади для тестування симетричних ліній працюють у діапазоні частот до декількох сотень мегагерц. На додаток до групи низькочастотних приладів сформувалися дві нові. Одна з них орієнтована на тестування абонентських ліній з підтримкою xDSL, інша — на тестування СКС.

Ціна широкосмугових приладів значно вище, тому дешеві пристрої низькочастотного діапазону з ринку не зникли. Більше того, завдяки ряду еволюцій, область їхнього застосування істотно розширилася. Наприклад,

реалізація нових методів тестування абонентських ліній підвищила якість діагностики, а автоматизація процесу вимірів полегшила роботу персоналу. У результаті низькочастотні прилади нового покоління забезпечують діагностику й локалізацію більшої частини дефектів кабельних ліній зв'язку й застосовуються до того ж для тестування абонентських ліній при розгортанні xDSL. Ще один приклад — група простих приладів з набором допоміжних функцій для первісного тестування СКС.

3.2 Експлуатаційні виміри на ВОСП

Адміністратори корпоративних мереж звичайно використовують спеціалізоване обладнання для діагностики оптичних мереж тільки для вирішення проблем з оптичними кабелями. Звичайне стандартне програмне забезпечення управління пристроями або інтерфейсом командної строки здатне виявити проблеми на комутаторах і маршрутизаторах з оптичними інтерфейсами. І лише деякі мережні адміністратори стикаються з необхідністю проводити діагностику пристроїв .

Що стосується волоконно-оптичних кабелів, то причин для виникнення можливих несправностей у них значно менше, ніж у мідного кабеля. Оптичні сигнали не викликають перехресних перешкод, які з'являються від того, що сигнал одного провідника індукує сигнал на іншому — цей фактор найбільш ускладнює діагностичне обладнання для мідного кабеля. Оптичні кабелі несприйнятливі до електромагнітних шумів і індукованих сигналів, цьому їх не знадобляється розташовувати подалі від електромоторів ліфтів та ламп денного світла, тобто із сценарію діагностики всі ці змінні можна виключити.

Експлуатаційні виміри містять у собі:

- вимір рівнів оптичної потужності й загасання;
- вимір поворотних втрат;
- визначення місця й характеру ушкодження оптоволоконного кабелю;
- стресове тестування апаратур ВОСП.

Додатково до експлуатаційного можуть бути віднесені виміри спектральних характеристик джерела й аналіз дисперсії ВОСП, однак вони рідко проводяться в польових умовах і на сучасному рівні розвитку технології ближче до системних і лабораторних вимірів. Для проведення цих вимірів використовуються експлуатаційні прилади, перераховані в таблиці 3.2

Вимір рівня оптичної потужності й вимір загасання є взаємозалежними. Як відомо, вимір загасання в будь-якій системі передачі пов'язаний з визначенням рівня сигналу (його потужності) на вході й виході. Відносно до оптичних систем передачі рішення цього простого завдання має певні труднощі, оскільки вимір рівня сигналу у ВОСП залежить від параметрів оптичного інтерфейсу генератора тестового оптичного сигналу (якості обробки торця волокна й ін.). Крім того, істотною є вимога сталості умов узгодження джерела сигналу з волокном. Все різноманіття технічних рішень по виміру загасання в оптичному кабелі вирішується різними способами рішення цих проблем.

Таблиця 3.2

Параметр тестування	Необхідне вимірювальне встаткування
Оптична потужність	ОПМ, OLTS
Загасання в кабелі, інтерфейсах і волокнах	ОПМ, SLS, OLTS
Рівень поворотних втрат	Аналізатор ORL, OTDR
Визначення місця й характеру пошкодження оптоволоконного кабелю	Візуальний дефектоскоп, OTDR
Визначення спектральних характеристик джерела	Оптичний аналізатор спектра
Визначення параметрів дисперсії	Аналізатори дисперсії
Стресове тестування ВОСП	Що перебудовують аттенюатори, ОПМ, SLS, OLTS

Метод прямого виміру загасання, внесеного оптичним кабелем

Схема такого виміру представлена на Рис.3.2 й являє собою типову схему виміру "точка-точка", коли тестовий генератор й аналізатор розташовані по різних кінцях тестованою лінії.

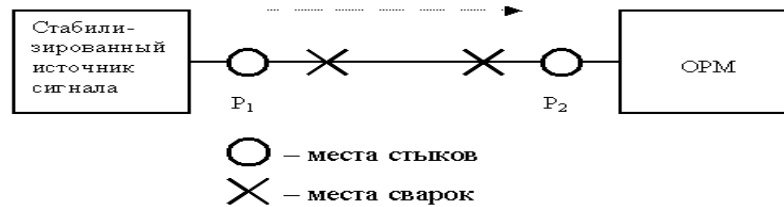


Рисунок 3.2- Типова схема виміру загасання в оптичному кабелі

По визначенню загасання в лінії визначається вираженням:

$$SL=10\lg(P_0/P_L),$$

где

P_0 – уровень сигнала, передаваемого стабилизированным источником сигнала в дБм,

P_L – уровень сигнала, измеряемый оптическим измерителем мощности на конце измеряемого участка в дБм.

На практиці звичайно роблять виміри не загасання в оптичному кабелі, а внесеного загасання, що є сумою загасання в лінії й втратами потужності в оптичних інтерфейсах передавача й приймача. Звичайно модифікації схеми і технічних рішень засновані на принципі зменшення й обліку впливу загасання в оптичних інтерфейсах приладів. При проведенні приємоздаточних вимірів вплив оптичних інтерфейсів лінійного встаткування ВОСП повинний вимірятися й урахуватися вплив оптичних інтерфейсів лінійного встаткування ВОСП. Виміри проводяться на вузлах ВОСП або послідовно в процесі проведення покрокового тестування ВОСП у крапках, що дозволяє підключити джерело сигналу й OPM. Для підвищення точності методу звичайно використовують статичне нагромадження результатів або повтор вимірів після руйнування декількох сантиметрів кабелю.

Основною помилкою при проведенні вимірів без руйнування кабелю є неузгодженість джерела й приймача по спектру переданого сигналу.

Існує два різновиди схеми вимірів:

- вимір загасання без руйнування кабелю;
- вимір з руйнуванням кабелю.

Вимір загасання без руйнування кабелю

Даний метод використовується звичайно для виміру вузлів ВОСП, проведення покрокового тестування ВОСП у крапках, що дозволяють підключити джерело сигналу й ОРМ. Для підвищення точності методу звичайно використовують статистичне нагромадження результатів або повторення вимірів після руйнування декількох сантиметрів кабелю. Основною помилкою при проведенні вимірів без руйнування кабелю є неузгодженість джерела й приймача по спектру переданого сигналу.

В описуваному методі можуть використовуватися не тільки пари ОРМ-SLS, але й два прилади OLTS, що забезпечує додаткові можливості аналізу кабелю з урахуванням факторів напрямку. Справа в тому, що оптичні характеристики кабелю, обмірювані від крапки А до крапки В, можуть відрізнитися від результатів від крапки В до А. У цьому випадку використання OLTS дозволяє проводити поперемінне тестування із джерелом спочатку в крапці А, а потім - у крапці В. Результати вимірів усереднюються.

Метод виміру з руйнуванням кабелю

Для виміру загасання кабелю при проведенні будівельно-монтажних робіт іноді використовують метод виміру з руйнуванням кабелю, при якому роблять обрив волокна на відстані декількох метрів від вхідного кінця й вимірюють різницю значень оптичної потужності на всій довжині кабелю й на короткій ділянці обриву. При цьому обмірюване значення потужності на далекому кінці кабелю вважають P_L , а обмірюване значення після обриву кабелю - P_0 . Різниця цих двох значень визначає величину загасання в кабелі. Для підвищення точності методу виміру повторюють кілька разів шляхом додаткових обривів волокна довжиною кілька сантиметрів. Недоліком цього методу виміру є те, що він руйнує волокно, тому метод не має особливий експлуатаційної цінності. Звичайно цей метод використається для лабораторного аналізу кабелів.

Метод зворотного розсіювання для виміру загасання

Метод заснований на використанні оптичних рефлектометрів. В основі методу лежить явище зворотного релеевського розсіювання. Для реалізації цього

методу вимірюване волокно зондують потужними оптичними імпульсами, що вводять через спрямований відгалужувач. Внаслідок відбиття від локальних неоднорідностей, розподілених по всій довжині волокна, виникає потік зворотного розсіювання. Реєстрація цього потоку дозволяє визначити функцію загасання по довжині з того ж кінця кабелю, що є важливим достоїнством методу. Одночасно фіксують місця розташування й характер неоднорідностей.

Генератор оптичного сигналу в складі рефлектометра посилає короткий імпульс, що відбивається на неоднорідностях А і В. При відбитті від кожної неоднорідності виникають минаючі й відбитий сигнали. У результаті на аналізаторі можна одержати графік залежності відбитого від неоднорідностей сигналу від довжини лінії (рефлектограму).

Кут нахилу кривої визначає питоме загасання оптичного сигналу в лінії. Таким чином, при вимірі з одного кінця кабелю інженер знає про загасання сигналу залежно від довжини кабелю. Виміри з одного кінця кабелю зручні, дають можливість швидкої локалізації несправності вже покладеного кабелю. Ці переваги рефлектометрів у порівнянні з аналізаторами втрат оптичної потужності, які вимагають організації вимірів за схемою "точка-крапка", обумовило їхню популярність в експлуатації й широке поширення в сучасних телекомунікаціях. Крім цього, не можна не визнати, що візуальний аналіз якості кабелів надзвичайно зручний в експлуатації.



Рисунок 3.3 - Залежність відбиваної потужності від довжини кабелю

На наведеному графіку видні відбиття, пов'язані з поганим з'єднанням кабелів, відбиття від зварювання, областей випадкового розсіювання й відбиття, пов'язані з технологічними неоднорідностями в матеріалі кабелю, нарешті, відбиття від далекого кінця кабелю. Початковий викид рівня обумовлений френельовським відбиттям у рознімному оптичному інтерфейсі, що з'єднує прилад з випробуваним кабелем. Крапка зчленування кабелю при відсутності френельовського відбиття вносить лише загасання, величина якого відповідає падінню рівня в цій крапці. Кінець кабелю або його обрив дають викид, обумовлений френельовським відбиттям. При ушкодженнях кабелю френельовське відбиття може бути відсутнім (відкол волокна в похилій до осі площини), і тоді місце обриву характеризується різким падінням рівня.

По рефлектограмі можна визначити величину загасання на різниці довжин як половину від різниці потужностей сигналу на рефлектограмі.

Звичайно з однієї сторони кабелю рефлектометри дозволяють вимірювати загасання в діапазоні 15-20 дБ, тому при перевищенні цього загасання виміру варто проводити по обидва боки. На відносно коротких відрізках кабелю це дозволяє підвищити точність вимірів.

Основним недоліком даного методу є невеликий динамічний діапазон вимірів, що обумовлено малою потужністю випромінювання зворотного розсіювання. Крім того, рефлектометри досить дорогі прилади, не завжди доступні для служб експлуатації.

Застосовність методу зворотного розсіювання з використанням OTDR вимагає аналізу об'єктивних і суб'єктивних погрешностей виміру. Однак при проведенні вимірів з використанням рефлектометрів можуть виникати не тільки помилки, пов'язані з технічними характеристиками рефлектометра, але й помилки, пов'язані з поширенням сигналу в оптичному кабелі. Обмеження по точності вимірів зв'язані як з виміром втрат у кабелі, так і з вимірами відстаней.

При вимірах відстаней на точність вимірів OTDR впливають два основних фактори:

- швидкість поширення оптичного сигналу в кабелі;

– довжина оптичного волокна в оптичному кабелі.

Швидкість поширення оптичного сигналу в кабелі є функцією коефіцієнта переломлення скла, що може варіюватися в межах декількох відсотків для різних кабелів. Урахувати вплив цього параметра можна, протестувавши кабель відомої довжини того ж типу.

Другим параметром, що впливає на точність виміру довжин є надлишкова кількість волокна в кабелі. Звичайно при виробництві кабелю залишається надлишок волокна в кабелі для підвищення стійкості його до розтягань і вигинів. Різниця між довжиною кабелю й довжиною волокна в ньому становить 1-2%. Оскільки рефлектометр робить виміри по довжині волокна, а не кабелю, надлишок волокна приводить до помилки вимірів до 10-20 м на кілометр кабелю, яку необхідно враховувати при проведенні вимірів.

При вимірах втрат з використанням рефлектометрів виникають два основних питання: чому результати вимірів OTDR й OLTS відрізняються й чому відрізняються результати вимірів з використанням рефлектометра, якщо виміри проводяться з різних кінців кабелю. Для відповіді на ці питання необхідно ще раз проаналізувати роботу рефлектометра при вимірі втрат у кабелі.

Як зазначалося вище, лазерне джерело OTDR посилає імпульсний сигнал, що відбивається від неоднорідності й приймається аналізатором. Необхідно враховувати, що на прийнятий сигнал впливають три фактори: загасання сигналу до неоднорідності, відбиття сигналу й загасання сигналу від неоднорідності до аналізатора. Звичайно передбачається, що коефіцієнт відбиття постійний, і тому можна автокалібрувати рефлектометр для виміру загасання в оптичному кабелі. Однак на практиці найменші зміни в діаметрі волокна (порядку 1%) приводять до значної зміни параметра відбиття, і як наслідок, до значної зміни значення вимірюваного загасання (порядку 0,1 дБ). Тому що зміна параметра відбиття може змінюватися уздовж довжини кабелю, це приводить до істотної різниці в обмірюваних величинах загасання при вимірах з різних кінців кабелю. Можливі три варіанти проходження сигналу через зварювальний шов з різними типами рефлектограм. Якщо виробляється зварювання двох ідентичних волокон, то

результати вимірів загасання із двох сторін кабелю будуть однаковими й збігатися з результатами вимірів OLTS. Якщо прийняте волокно у зварюванні має менший коефіцієнт відбиття, то відбита потужність сигналу після зварювального шва буде менше, у результаті OTDR ідентифікує загасання більше реального значення. Якщо ж зварювання тестують з іншого кінця кабелю, рефлектометр покаже загасання менше реального значення, і може виникнути ситуація, коли різниця між коефіцієнтами відбиття буде вище загасання у зварюванні, рефлектометр покаже "посилення" оптичного сигналу.

Ефективним способом усунення описаних помилок вимірів є проведення вимірів із двох сторін кабелю з наступним усередненням. Цей спосіб забезпечує високу точність вимірів (до 0,01 дБ), однак ліквідує основну перевагу використання OTDR - можливість проведення вимірів з одного кінця кабелю.

Пошук несправностей в оптичних коннекторах

Як згадувалося вище, використовуються основні схеми візуального аналізу коннектора:

- пряме спостереження полірованої поверхні волокна з підсвічуванням;
- пряме спостереження поверхні з підсвічуванням і з наявністю оптичного сигналу у волокні спостереження під кутом.

Аналіз коннектора методом прямого спостереження дозволяє проаналізувати правильність центрування, кількість зв'язувальної речовини й т.і., однак аналіз полірованої поверхні волокна утруднений, можна побачити тільки найглибші подряпини. Аналіз волокна з оптичним сигналом дозволяє спостерігати додатково тріщини й відколи, викликані тиском або нагріванням у процесі полірування коннектора.

Аналіз коннектора методом спостереження під кутом дозволяє більш детально аналізувати поліровану поверхню волокна за рахунок виникаючих тіней від подряпин.

Необхідно дуже обережно ставитися до візуального аналізу з використанням мікроскопів, оскільки такі виміри не позбавлені суб'єктивності. Варто пам'ятати, що тільки дефекти серцевини оптичного волокна приводять до

деградації якості оптичної передачі. Дефекти скляної оболонки волокна практично не впливають на функцію коннектора до передачі оптичного сигналу по серцевині волокна. Таким чином, дефекти оболонки волокна не викликають додаткового загасання.

Стресове тестування апаратур ВОСП

Проектування волоконно-оптичних систем передачі обов'язково містить у собі розрахунок енергетичного бюджету оптичного сигналу у ВОСП. Реальне значення енергетичного бюджету оптичного сигналу, отримане в ході приймально-здавальних випробувань, включається в паспорт ВОСП. У зв'язку з тим, що розрахункове значення, як правило, має запас по потужності в порівнянні з реальним значенням, виникає питання оцінки потенційного запасу по потужності у ВОСП. Знання величини цього запасу може бути використане для аналізу впливу різних умов експлуатації: наприклад, яке граничне значення загасання заданого вузла ВОСП, при якому система передачі ще буде працювати.

Для аналізу цього запасу по потужності застосовуються принципи стресового тестування, тобто імітації поганих умов функціонування ВОСП. Для імітації поганої якості ВОСП використовуються оптичні аттенюатори. Виміри можуть супроводжуватися аналізом цифрового каналу зв'язку по параметру помилки (BER) залежно від рівня сигналу в лінії.

У лінію передачі включається оптичний аттенюатор, що вносить додаткове загасання у ВОСП. При цьому виміряється залежність параметра помилки BER від рівня внесеного загасання. Граничне значення внесеного загасання, при якому апаратура ВОСП функціонує згідно ТУ, визначає запас по потужності у ВОСП.

Промисловий аналіз оптоволоконних кабелів містить у собі виміру наступних параметрів:

- погонного загасання в оптичному волокні;
- смуги пропускання й дисперсії;
- профілю показника переломлення;
- числової апертури;
- діаметра модового поля;

- геометричних і механічних характеристик оптоволоконного кабелю;
- енергетичного потенціалу й чутливості фотоприйомного пристрою;
- рівнів оптичної потужності пристроїв.

Вимір погонного загасання в оптичному кабелі в лабораторних умовах (аналіз кабелю в бухтах) виконується по прямому методу аналізу з використанням високоточних аналізаторів загасання.

Вимір смуги пропускання й дисперсії волокна. Для виміру смуги пропускання використовують частотний або імпульсний метод. При частотному методі смугу пропускання кабелю визначають по амплітудно-частотній модуляційній характеристиці (АЧМХ). Для проведення вимірів застосовують генератор і фотоприймач із гармонійною модуляцією інтенсивності в смузі частот, що перевищує ширину смуги пропускання кабелю. У результаті вимірів одержують залежність рівня потужності на виході кабелю від частоти модуляції. При імпульсному методі смугу пропускання визначають шляхом послідовної реєстрації імпульсу оптичного випромінювання на виході вимірюваного кабелю й імпульсу на виході його короткого відрізка, утвореного шляхом обриву кабелю на початку. Форму останнього імпульсу приймають за форму імпульсу на вході кабелю. Далі обчислюють амплітудні спектри імпульсів й АЧМХ вимірюваного кабелю, а по ній визначають смугу пропускання.

Для виміру хроматичної дисперсії одномодових кабелів в основному використовуються два методи, перший з яких пов'язаний з виміром у тимчасовій області (метод тимчасової затримки), а другий - у частотній області (фазовий метод). Обидва методи задовольняють вимогам точності й відтворюваності результатів і схвалені ІТУ-Т. Однак метод тимчасової затримки є більше складним у порівнянні з фазовим методом, і тому останній частіше використовується на практиці.

Фазовий метод заснований на вимірі фазового зрушення сигналу, модульованого по інтенсивності випромінювання, що зондує кабель на різних довжинах хвиль. Частота модуляції інтенсивності звичайно фіксована й лежить у межах 30...100 МГц. Вимір залежності фазового зрушення між сигналами на

різних довжинах хвиль дозволяє знайти залежність тимчасової затримки сигналу від довжини хвилі, а наступне її диференціювання - хроматичну дисперсію.

Метод вигину заснований на залежності втрат при вигині волокна від довжини хвилі випромінювання, що поширюється. Виміри проводять при слабкому й сильному вигині волокна.

Метод переданої потужності заснований на залежності потужності випромінювання від довжини хвилі.

У методі діаметра модового поля використовується явище зміни діаметра поля випромінювання у волокні залежно від довжини хвилі. Вимір полягає у визначенні на виході волокна діаметра поля на різних довжинах хвиль й у знаходженні по кривій довжини відсічення. Цей метод виміру довжини хвилі відсічення більше складний, ніж два попередніх.

Вимір профілю показника переломлення - основного параметра оптичних кабелів виконується різними високоточними методами: інтерферометричними, променевими й розсіювання, сканування відбиття від торця, просторового розподілу випромінювання (у ближній і далекій зонах) і ін.

Вимір числової апертури необхідно для розробки відповідних пристроїв вводу-виводу й пристроїв зчленування з метою зменшення втрат у них. Непогодженість волокон, що з'єднують, по числовій апертурі може привести до істотних втрат. Для виміру числової апертури звичайно визначають апертурний кут. Апертурний кут волокна, що перебуває в рівноважному порушенні мод, вимірюють, як правило, шляхом спостереження розподілу вихідної потужності в далекій зоні. Для цього на деякій відстані від вихідного торця встановлюють екран, що відбиває, із градуйованою шкалою. По видимому діаметрі світлової плями на екрані визначають апертурний кут.

Вимір діаметра модового поля - основного параметра для визначення ширини діаграми спрямованості й для розрахунку втрат на з'єднаннях і мікровигинах - здійснюється методами ближнього поля, поперечного зсуву й ін. Метод ближнього поля забезпечує прямий вимір діаметра модового поля. Для цього на вихідному торці волокна за допомогою добре сфальцьованого

мікроскопа вимірюють розподіл потужності випромінювання по торці. Метод поперечного зсуву ґрунтується на вимірі потужності випромінювання, що виходить із двох послідовно з'єднаних одномодових волокон при їх взаємному радіальному зсуві в місці з'єднання.

Вимір геометричних і механічних характеристик кабелю є суцільно промисловими тестами й описуються в спеціальній літературі.

Вимір чутливості фотоприйомних пристроїв і рівнів оптичної потужності передавачів оптичного сигналу виконується високоточними оптичними вимірниками потужності й стабілізованих джерел сигналу.

3.3 Методи кодування й захист від помилок у безпроводних лініях зв'язку

Існує три найпоширеніші знаряддя боротьби з помилками в процесі передачі даних:

- коди виявлення помилок;
- коди з корекцією помилок, називані також схемами прямої корекції помилок (Forward Error Correction - FEC);
- протоколи з автоматичним запитом повторної передачі (Automatic Repeat Request - ARQ).

Код виявлення помилок дозволяє досить легко встановити наявність помилки. Як правило, подібні коди використовуються разом з певними протоколами каналного або транспортного рівнів, що мають схему ARQ. У схемі ARQ приймач попросту відхиляє блок даних, у якому була виявлена помилка, після чого передавач передає цей блок повторно. Коди із прямою корекцією помилок дозволяють не тільки виявити помилки, але й виправити їх, не прибігаючи до повторної передачі. Схеми FEC часто використовуються в бездротовій передачі, де повторна передача вкрай неефективна, а рівень помилок досить високий.

Методи виявлення помилок засновані на передачі в складі блоку даних надлишкової службової інформації, по якій можна судити з деяким ступенем імовірності про вірогідність прийнятих даних.

Надлишкову службову інформацію прийнято називати контрольною сумою, або контрольною послідовністю кадру (Frame Check Sequence, FCS). Контрольна сума обчислюється як функція від основної інформації, причому не обов'язково шляхом підсумовування. Приймаюча сторона повторно обчислює контрольну суму кадру по відомому алгоритму й у випадку її збігу з контрольною сумою, обчисленою передавальною стороною, робить висновок про те, що дані були передані через мережу коректно. Розглянемо кілька розповсюджених алгоритмів обчислення контрольної суми, що відрізняються обчислювальною складністю й здатністю виявляти помилки в даних.

Контроль по паритету являє собою найбільш простий метод контролю даних. У той же час це найменш потужний алгоритм контролю, тому що з його допомогою можна виявити тільки одиночні помилки в даних, що перевіряють. Метод полягає в підсумовуванні по модулю 2 всіх бітів контрольованої інформації. Для інформації, що складається з непарного числа одиниць, контрольна сума завжди дорівнює 1, а при парному числі одиниць - 0. Наприклад, для даних *100101011* результатом контрольного підсумовування буде значення 1. Результат підсумовування також являє собою один додатковий біт даних, що пересилається разом з контрольованою інформацією. При перекручуванні в процесі пересилання будь-якого біта вихідних даних (або контрольного розряду) результат підсумовування буде відрізнятися від прийнятого контрольного розряду, що говорить про помилку. Однак подвійна помилка, наприклад *110101010*, буде невірно прийнята за коректні дані. Тому контроль по паритету застосовується до невеликих порцій даних, як правило, до кожного байта, що дає коефіцієнт надмірності для цього методу 1/8. Метод рідко застосовується в комп'ютерних мережах через значну надмірність і невисокі діагностичні здатності.

Вертикальний і горизонтальний контроль по паритету являє собою модифікацію описаного вище методу. Його відмінність полягає в тому, що вихідні дані розглядаються у вигляді матриці, рядки якої становлять байти даних. Контрольний розряд підраховується окремо для кожного рядка й для кожного стовпця матриці. Цей метод виявляє значну частину подвійних помилок, однак має ще більшу надмірність. Він зараз також майже не застосовується при передачі інформації з мережі.

Циклічний надлишковий контроль (Cyclic Redundancy Check - CRC) є в цей час найбільш популярним методом контролю в обчислювальних мережах (і не тільки в мережах; зокрема, цей метод широко застосовується при записі даних на гнучкі й жорсткі диски). Метод заснований на розгляді вихідних даних у вигляді одного багаторозрядного двійкового числа. Наприклад, кадр стандарту Ethernet, що складається з 1024 байт, буде розглядатися як одне число, що складається з 8192 біт. Контрольною інформацією вважається залишок від цього числа на відомий дільник R . Звичайно як дільник вибирається сімнадцяти- або тридцятитрьохрозрядне число, щоб залишок від розподілу мав довжину 16 розрядів (2 байт) або 32 розряд (4 байт). При одержанні кадру даних знову обчислюється залишок від розподілу на той же дільник R , але при цьому до даних кадру додається й контрольна сума, що втримується в ньому. Якщо залишок від розподілу на R дорівнює нулю, то робиться висновок про відсутність помилок в отриманому кадрі, у противному випадку кадр вважається перекрученим.

Цей метод має більше високу обчислювальну складність, але його діагностичні можливості набагато ширше, ніж у методів контролю по паритету. Метод CRC виявляє всі одиночні помилки, подвійні помилки й помилки в непарному числі бітів. Метод також має невисокий ступінь надмірності. Наприклад, для кадру Ethernet розміром 1024 байта контрольна інформація довжиною 4 байти становить тільки 0,4 %.

Методи корекції помилок

Техніка кодування, що дозволяє приймачу не тільки зрозуміти, що прислані дані містять помилки, але й виправити їх, називається прямою корекцією помилок

(Forward Error Correction - FEC). Коди, що забезпечують пряму корекцію помилок, вимагають введення більшої надмірності в передані дані, чим коди, які тільки виявляють помилки.

При застосуванні будь-якого надлишкового коду не всі комбінації кодів є дозволеними. Наприклад, контроль по паритету робить дозволеними тільки половину кодів. Якщо ми контролюємо три інформаційних біти, то дозволеними 4-бітними кодами з доповненням до непарної кількості одиниць будуть:

000 1, 001 0, 010 0, 011 1, 100 0, 101 1, 110 1, 111 0, тобто всього 8 кодів з 16 можливих.

Для того щоб оцінити кількість додаткових бітів, необхідних для виправлення помилок, потрібно знати так називему відстань Хеммінга між дозволеними комбінаціями коду. Відстанню Хеммінга називається мінімальне число бітових розрядів, у яких відрізняється будь-яка пара дозволених кодів. Для схем контролю по паритету відстань Хеммінга дорівнює 2.

Можна довести, що якщо ми сконструювали надлишковий код з відстанню Хеммінга, рівною n , такий код зможе розпізнавати $(n-1)$ -кратні помилки й виправляти $(n-1)/2$ -кратні помилки. Тому що коди з контролем по паритету мають відстань Хеммінга, рівну 2, вони можуть тільки виявляти однократні помилки й не можуть виправляти помилки.

Коди Хеммінга ефективно виявляють і виправляють ізольовані помилки, тобто окремі перекручені біти, які розділені більшою кількістю коректних бітів. Однак з появою довгої послідовності перекручених бітів (пульсації помилок) коди Хеммінга не працюють.

Найбільше часто в сучасних системах зв'язку застосовується тип кодування, реалізований згортальним пристроєм, що кодує (Convolutional coder), тому що таке кодування нескладно реалізувати апаратно з використанням ліній затримки (delay) і суматорів. На відміну від розглянутого вище коду, що відноситься до блокових кодів без пам'яті, згортальний код відноситься до кодів з кінцевою пам'яттю (Finite memory code); це означає, що вихідна послідовність кодера є функцією не тільки поточного вхідного сигналу, але також декількох із числа

останніх попередніх бітів. Довжина кодового обмеження (Constraint length of a code) показує, як багато вихідних елементів виходить із системи в перерахуванні на один вхідний. Коди часто характеризуються ефективним ступенем (або коефіцієнтом) кодування (Code rate). Якщо зустрінеться згортальний код з коефіцієнтом кодування $\frac{1}{2}$, то цей коефіцієнт указує, що на кожен вхідний біт доводиться два вихідних. При порівнянні кодів слід звернути увагу на те, що, хоча коди з більше високим ефективним ступенем кодування дозволяють передавати дані з більше високою швидкістю, вони, відповідно, більше чутливі до шуму.

У бездротових системах із блоковими кодами широко використовується метод чергування блоків. Перевага чергування полягає в тому, що приймач розподіляє пакет помилок, що спотворив деяку послідовність бітів, по великій кількості блоків, завдяки чому стає можливим виправлення помилок. Чергування виконується за допомогою читання й запису даних у різному порядку. Якщо під час передачі пакет перешкод впливає на деяку послідовність бітів, то всі ці біти виявляються рознесеними по різних блоках. Отже, від будь-якої контрольної послідовності потрібна можливість виправити лише невелику частину від загальної кількості інвертованих бітів.

Методи автоматичного запиту повторної передачі

У найпростішому випадку захист від помилок полягає тільки в їхньому виявленні. Система повинна попередити передавач про виявлення помилки й необхідність повторної передачі. Такі процедури захисту від помилок відомі як методи автоматичного запиту повторної передачі (Automatic Repeat Request - ARQ). У бездротових локальних мережах застосовується процедура "запит ARQ із зупинками" (stop-and-wait ARQ).

РОЗДІЛ 4

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Визначення місця й характеру ушкодження оптоволоконного кабелю

Опис алгоритму пошуку несправностей у ВОСП, алгоритм представлений на рис.4.1

Першим завданням пошуку несправності у ВОСП є аналіз, чи ставиться несправність до електричної частини встаткування або до оптичної.

Для цього вимірюється рівень оптичної потужності й потім виробляється порівняння з нормативним. Якщо рівень оптичної потужності перебуває в межах норми, несправність перебуває в електронній частині апаратур передачі, що має потребу в заміні або ремонті. Якщо рівень прийнятої потужності занадто низький, несправність перебуває або в передавачі, або у волоконно-оптичному кабелі.

Для подальшого пошуку необхідний вимір вихідної потужності передавача, для цього використовується ОРМ і тестовий кабель. Якщо вихідна потужність передавача низька, він повинен бути відремонтований. Якщо потужність перебуває в межах норми, несправність пов'язана з волоконним кабелем.

Основними несправностями кабелю звичайно є коннектори, зварювання з поганою якістю, з'єднання й обриви кабелю, обумовлені зовнішніми впливами.

Для пошуку несправності в коннекторах застосовуються експлуатаційні мікроскопи. Для діагностики зварювань і локалізації обривів застосовуються OTDR з обліком описаних вище обмежень на точність вимірів.

На основі даного алгоритма пошуку несправностей у ВОСП та з допомогою програми HealthPC версії 3.0 була реалізована проблема діагностики ліній зв'язку.

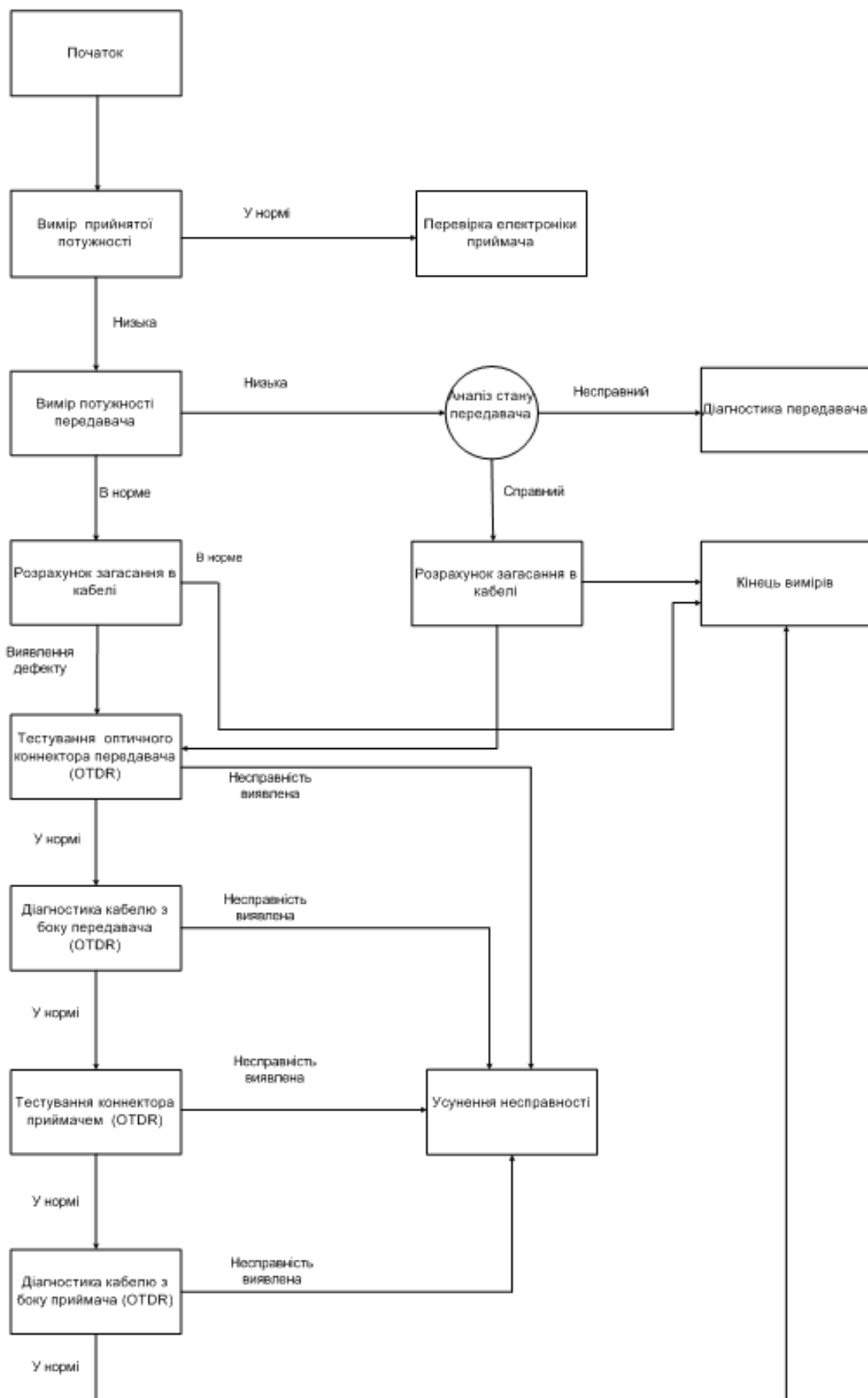


Рисунок 4.1 - Схема алгоритму пошуку несправностей у ВОСП

4.2 Керівництво користувача програмою HealthPC версії 3.0

4.2.1 Можливості й призначення програми

Програма дозволяє проводити інтерактивний діалог з користувачем за допомогою подачі питань користувачеві, за заздалегідь певною схемою, на які користувач може давати відповідь двох варіантів - «ТАК» або «НІ», що в остаточному підсумку приведе до певного рішення й висновку результатів опитування.

Програма HealthPC на рис.4.2 призначена для проведення діагностики стану несправності ліній зв'язку обчислювальних мереж на основі інтерактивного опитування користувача по експертним схемам діагностування.

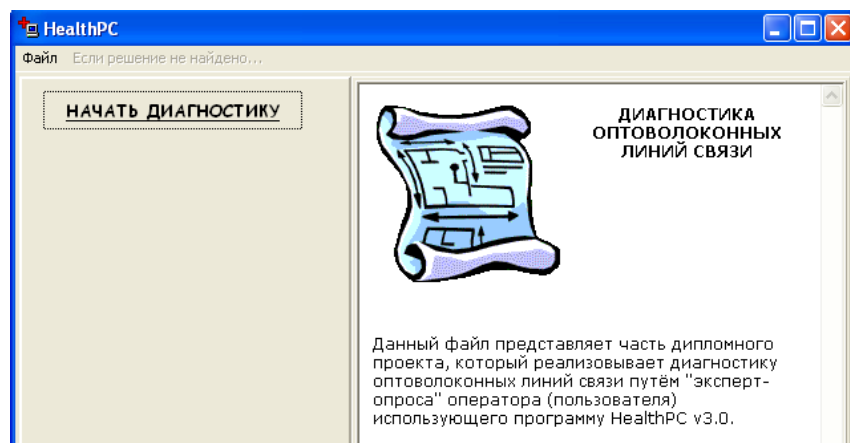


Рисунок 4.2- Загальний вигляд програми

4.2.2 Проведення діагностування

Вибір файлу опитування здійснюється за допомогою вибору пункту в меню «Файл», що знаходиться після горизонтальної лінії. В началу користувачеві необхідно вибрати «Файл» - Diagnostics як показано на рис.4.3.

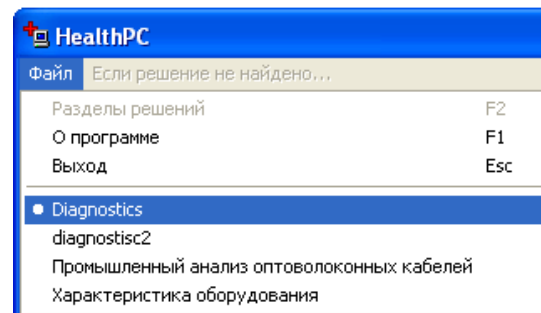


Рисунок 4.3 - Вибір файлу опитування

Після чого з'являється діалогове вікно з питанням, на який користувач може відповісти «Так» або «Ні» на рис 4.4. Діалогові вікна з питаннями будуть з'являтися доти, поки схема опитування не приведе користувача до якого-небудь кінцевого рішення, що відображається праворуч від списку розділів на рис 4.6.

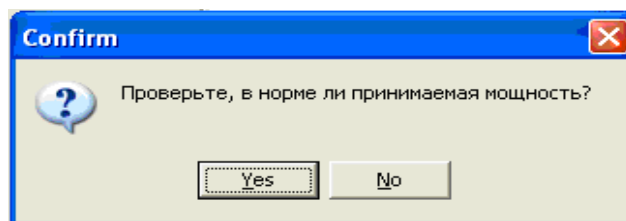


Рисунок 4.4- Питання для користувача

При відповідях на питання користувач може отримати конкретну інформацію про помилки, причини, методах їх усунення і необхідному обладнанню для діагностики мережі з певною помилкою.

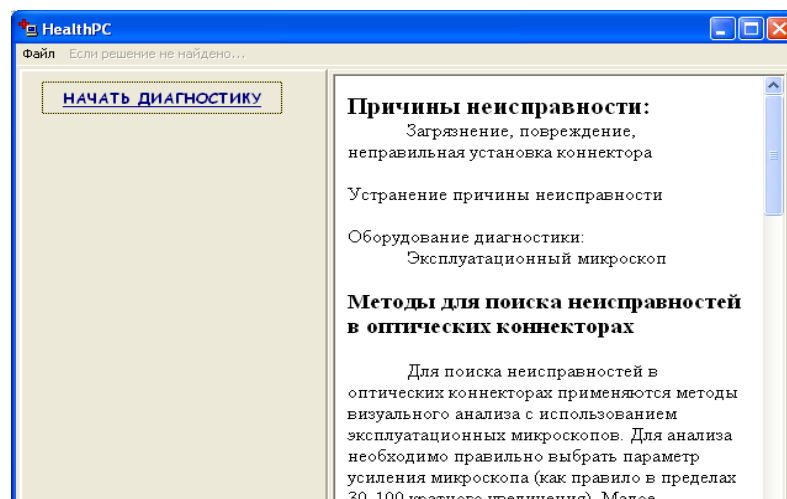


Рисунок 4.5 - Отримані результати тестування

Обрав «Файл» - diagnostics2 користувач може отримати детальну характеристику помилки, що його цікавить рис.4.7.

Вибір схеми опитування або розділа опитування проводиться шляхом вибору пункту, що цікавить, у списку на панелі ліворуч на рис 4.6.

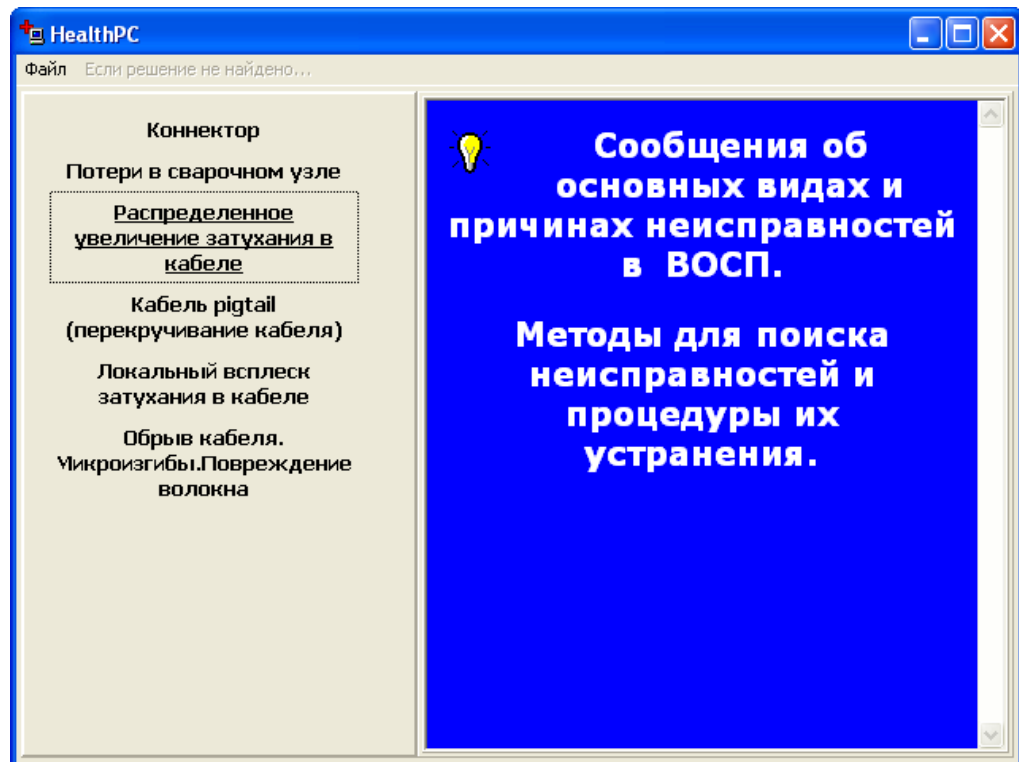


Рисунок 4.6- Вибір розділу опитування

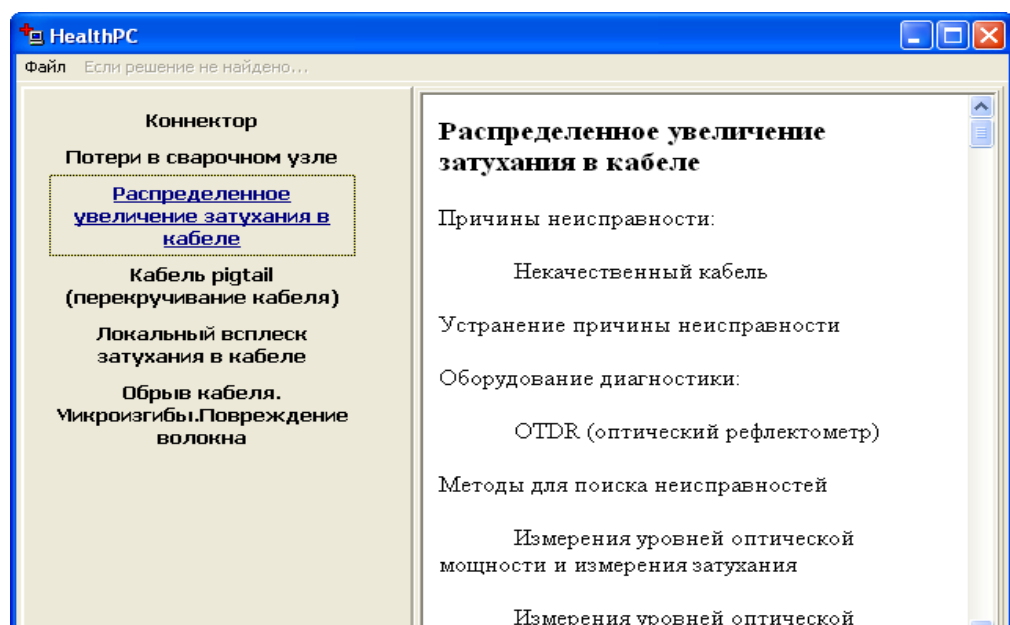


Рисунок 4.7 - Результат опитування

В програмі також представлені відомості про діагностуєме обладнання, котре може зацікавити користувача і яке можна використовувати для діагностики, безпосередньо при виявленні цікавлячої помилки. Відомості про обладнання можна отримати в «Файле» - Характеристика оборудования на рис. 4.10

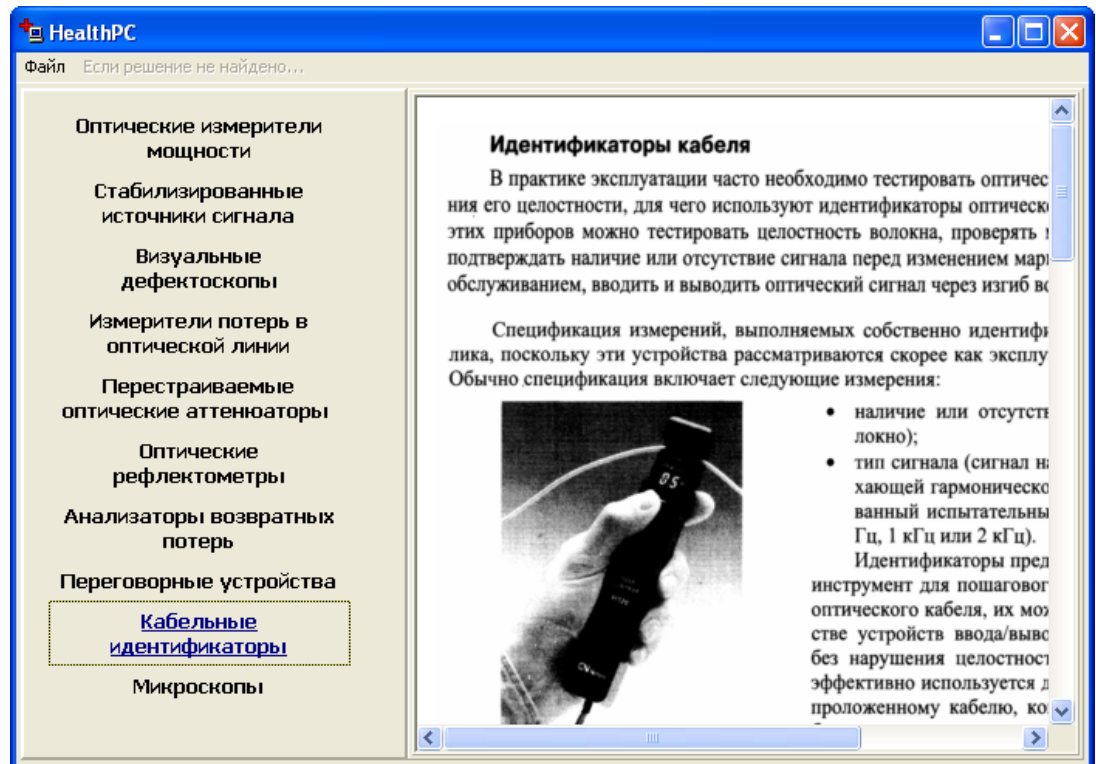


Рисунок 4.10 – Характеристика оборудования

ВИСНОВКИ

У роботі вирішені питання оцінки якості каналів зв'язку обчислювальних мереж.

В першому розділі надано стислий огляд сучасних мережних технологій і поставлено технічне завдання на розробку .

В наступних розділах представлені результати аналізу ушкоджень мереж, устаткування для діагностики і засоби усунення проблем у лініях зв'язку по типам. Складені таблиці для визначення місця й характеру ушкодження оптоволоконного кабелю, структурувати інформацію щодо вимірювальних приладів, аналізаторів фізичного рівня і методик для тестування мереж зв'язку у вигляді «Прилад – режим використання». Для експлуатаційних вимірів волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) проведено побудову пар «Параметр тестування - Необхідне вимірювальне устаткування»

Розроблені схеми опитування і алгоритм пошуку несправностей у ВОЛЗ.

Схема опитування для діагностики ліній зв'язку забезпечує отримання повної інформації щодо можливого місця несправності, устаткування для пошуку й процедури усунення. Розроблено програмний модуль для діагностики і керівництво користувача програмою HealthPC версії 3.0 при пошуку несправностей у ВОЛЗ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Методичні вказівки для виконання випускних кваліфікаційних робіт бакалавра (для здобувачів вищої освіти за напрямом підготовки 6.050103 «Програмна інженерія», 6.040302 «Інформатика»)/Укл.: Іванов В. Г., Ковальов Ю.Г., Лифар В.О. –Сєвєродонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2017.– 75 с.
- 2 Вильям Столлинс Компьютерные системы передачи данных. Шестое издание. Издательский дом «Вильямс», 2002.
- 3 Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения, Москва, 1999
- 4 Бакланов И.Г. Методы измерений в системах связи. -М.: Из-во "Эко-Трендз", 1999 г., стр. 88.
- 5 Семенов А.Б. Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях связи. -М.: Из-во "Компьютер пресс", 1998г.
- 6 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. -С.Пб.: Из-во "Питер", 2001г.
- 7 Потапов Т.В. Измерение потерь мощности излучения в ВОЛС. Бюллетень "Фотон - экспресс" Август, 2000 г., стр. 13.
- 8 <http://www.o-link.ru/content/view/630/98/>
- 9 ДСТУ 3008 – 95. Документація. звіти у сфері науки і техніки Структура і правила оформлення. Утвержден и введен в действие приказом Госстандарта Украины № 58 от 23 февраля 1995 г.
- 10 Ю. А. Кравцов, А. Н. Сахаров, «xDSL: диагностика кабельных линий», журнал «Вестник связи», N 8/2002 г.
- 11 Игорь Иванцов, Цикл статей по рефлектометрии, журнал «LAN» 2005 г.

ДОДАТОК А

**Листинг схеми опитування діагностики ліній зв'язку для програми
HealthPC**

Diagnostics

[START PAGE]

SOURCES\Diagnostics\startPage.html

[FONT SIZE]=10

[FONT NAME]=Comic Sans MS

[CHAPTER]

ПОЧАТИ ДІАГНОСТИКУ

[LIST_GOTO]

1/Перевірте, у чи нормі прийнята потужність?

[YES]=1

[TEXT]

Проведіть перевірку електроніки приймача

//+ інструкції з перевірки

#

[NO]=1

2/Перевірте, у чи нормі потужність передавача?

[NO]=2

3/Проведіть аналіз стану передавача! У чи нормі його стан?

[NO]=3

[TEXT]

ПРОВЕДІТЬ ДІАГНОСТИКУ ПЕРЕДАВАЧА

```
//+ інструкції з діагностики
#
[YES]=3
(ДІАГНОСТИКА. частина 2)
[YES]=2
(ДІАГНОСТИКА. частина 2)
//
*

[CHAPTER]
(ДІАГНОСТИКА. частина 2)
[LIST_GOTO]
1/Проведіть розрахунок загасання в кабелі! У чи нормі його показання?
[YES]=1
SOURCES\Diagnostics\home.html
[NO]=1
2/Проведіть тестування оптичного коннектора передавача (OTDR). У чи
нормі його показання?
[NO]=2
SOURCES\Diagnostics\Оптичний коннектор.htm
[TEXT](як варіант виводу)
Усунете несправність в оптичному коннекторе передавача!
//+ список неполадок й інструкції з усунення неполадок в оптичному
коннекторі
#
[YES]=2
3/ Проведіть діагностику кабелю з боку передавача (OTDR). У чи нормі
його показання?
[NO]=3
[TEXT]
```

Усунете несправність у кабелі з боку передавача (OTDR)

//+ список неполадок й інструкції з усунення

#

[YES]=3

4/ Проведіть тестування коннектора приймачем (OTDR). У чи нормі його показання?

[NO]=4

[TEXT]

Усунете несправність у коннекторі

//+ список неполадок й інструкції з усунення

#

[YES]=4

5/ Проведіть діагностику кабелю з боку приймача (OTDR). У чи нормі його показання?

[NO]=5

[TEXT]

Усунете несправність у кабелі з боку приймача (OTDR)

//+ список неполадок й інструкції з усунення

#

[YES]=5

SOURCES\Diagnostics\SolutionNotFound.txt

//

*

diagnostisc2

[START PAGE]

SOURCES/Mes_diagnostisc/Mes_diagnostisc.html

[FONT SIZE]=10

[FONT NAME]=Tahoma

[CHAPTER]

Коннектор

[LIST_goto]

SOURCES/Mes_diagnostisc/Коннектор.htm

//

*

[CHAPTER]

Втрати у зварювальному вузлі

[LIST_goto]

SOURCES/Mes_diagnostisc/Втрати у зварювальному вузлі.htm

//

*

[CHAPTER]

Розподілене збільшення загасання в кабелі

[LIST_goto]

SOURCES/Mes_diagnostisc/Загасання в кабелі.htm

//

*

[CHAPTER]

Кабель pigtail (перекручування кабелю)

[LIST_goto]

[TEXT]

Причини несправності:

Перекручування кабелю

Усунення причини несправності

Устаткування діагностики:

OTDR (оптичний рефлектометр)

Процедура усунення:

Усунення перекручування

#

//

*

[CHAPTER]

Локальний сплеск загасання в кабелі

[LIST_goto]

[TEXT]

Причини несправності:

Перекручування кабелю

Усунення причини несправності

Устаткування діагностики:

OTDR (оптичний рефлектометр)

Процедура усунення:

Усунення перекручування

#

//

*

[CHAPTER]

Обрив кабелю. Мікровигини. Ушкодження волокна

[LIST_goto]

[TEXT]

Причини несправності:

- 1) Зовнішній вплив
- 2) Перекручування кабелю

Усунення причини несправності

Устаткування діагностики:

- 1) OTDR (оптичний рефлектометр)
- 2) Візуальний дефектоскоп

Методи для пошуку несправностей

Процедура усунення:

Ремонт або заміна кабелю, усунення перекручування

#

//

*

[CHAPTER]

Характеристика вимірювальної техніки для експлуатаційних вимірів

[LIST_goto]

SOURCES/Mes_diagnostisc/вимірювальна техніка для експлуатаційних
вимірів.htm

//

*

Промисловий аналіз оптоволоконних кабелів

[START PAGE]

SOURCES/Mes_prom/Mes_prom.html

[FONT SIZE]=10

[FONT NAME]=Tahoma

[CHAPTER]

Виміру погонного загасання в оптичному кабелі

[LIST_goto]

[TEXT]

Виміру погонного загасання в оптичному кабелі в лабораторних умовах (аналіз кабелю в бухтах) виконується по прямому методі аналізу з використанням високоточних аналізаторів загасання.

#

//

*

[CHAPTER]

Виміру смуги пропусення й дисперсії волокна.

[LIST_goto]

[TEXT]

Виміру смуги пропусення й дисперсії волокна. Для виміру смуги пропусення використовують частотний або імпульсний метод. При частотному методі смугу пропусення кабелю визначають по амплітудно-частотній

модуляційній характеристиці (АЧМХ). Для проведення вимірів застосовують генератор і фотоприймач із гармонійною модуляцією інтенсивності в смузі частот, що перевищує ширину смуги пропускання кабелю. У результаті вимірів одержують залежність рівня потужності на виході кабелю від частоти модуляції. При імпульсному методі смугу пропускання визначають шляхом послідовної реєстрації імпульсу оптичного випромінювання на виході вимірюваного кабелю й імпульсу на виході його короткого відрізка, утвореного шляхом обриву кабелю на початку. Форму останнього імпульсу приймають за форму імпульсу на вході кабелю. Далі обчислюють амплітудні спектри імпульсів й АЧМХ вимірюваного кабелю, а по ній визначають смугу пропускання.

Для виміру хроматичної дисперсії одномодових кабелів в основному використовуються два методи, перший з яких пов'язаний з виміром у тимчасовій області (метод тимчасової затримки), а другий - у частотній області (фазовий метод). Обидва методи задовольняють вимогам точності й відтворюваності результатів і схвалені ІТУ-Т. Однак метод тимчасової затримки є більше складним у порівнянні з фазовим методом, і тому останній частіше використовується на практиці.

Фазовий метод заснований на вимірі фазового зрушення сигналу, модульованого по інтенсивності випромінювання, що зондує кабель на різних довжинах хвиль. Частота модуляції інтенсивності звичайно фіксована й лежить у межах 30...100 МГц. Вимір залежності фазового зрушення між сигналами на різних довжинах хвиль дозволяє знайти залежність тимчасової затримки сигналу від довжини хвилі, а наступне її диференціювання - хроматичну дисперсію.

#

//

*

[CHAPTER]

Виміру довжини хвилі відсічення виконуються методами вигину, переданої потужності й діаметра модового поля.

[LIST_goto]

[TEXT]

Виміру довжини хвилі відсічення виконуються методами вигину, переданої потужності й діаметра модового поля.

Метод вигину заснований на залежності втрат при вигині волокна від довжини хвилі випромінювання, що поширюється. Вимірюване волокно збуджується джерелом випромінювання з перебудовує длиной, що, хвилі. Виміру проводять при слабкому й сильному вигинах волокна.

Метод переданої потужності заснований на залежності потужності випромінювання від довжини хвилі.

У методі діаметра модового поля використовується явище зміни діаметра поля випромінювання у волокні залежно від довжини хвилі. Вимір полягає у визначенні на виході волокна діаметра поля на різних довжинах хвиль й у знаходженні по кривій довжини відсічення. Цей метод виміру довжини хвилі відсічення більше складний, чим два попередніх.

#

//

*

[CHAPTER]

Вимір профілю показника переломлення

[LIST_goto]

[TEXT]

Вимір профілю показника переломлення - основного параметра широкопуговій оптичних кабелів - виконується різними високоточними методами: інтерферометричними, променевими й розсіювання, сканування відбиття від торця, просторового розподілу випромінювання (у ближній і далекій зонах) і ін. Ці виміри досить складні й вимагають окремого розгляду, що виходить за рамки даної книги.

#

//

*

[CHAPTER]

Вимір числової апертури необхідно для розробки відповідних пристроїв вводу-виводу й пристроїв зчленування з метою зменшення втрат у них

[LIST_goto]

[TEXT]

Вимір числової апертури необхідно для розробки відповідних пристроїв вводу-виводу й пристроїв зчленування з метою зменшення втрат у них. Непогодженість волокон, що з'єднують, по числовій апертурі може привести до істотних втрат. Для виміру числової апертури звичайно визначають апертурний кут. Апертурний кут волокна, що перебуває в рівноважному порушенні мод, вимірюють, як правило, шляхом спостереження розподілу вихідної потужності в далекій зоні. Для цього на деякій відстані від вихідного торця встановлюють екран, що відбиває, із градуйованою шкалою. По видимому діаметрі світлової плями на екрані визначають апертурний кут.

#

//

*

[CHAPTER]

Вимір діаметра модового поля

[LIST_goto]

[TEXT]

Вимір діаметра модового поля - основного параметра для визначення ширини діаграми спрямованості й для розрахунку втрат на з'єднаннях і мікровигинах - здійснюється методами ближнього поля, поперечного зсуву й ін. Метод ближнього поля забезпечує прямий вимір діаметра модового поля. Для цього на вихідному торці волокна за допомогою добре сфальцьованого

мікроскопа вимірюють розподіл потужності випромінювання по торці. Метод поперечного зсуву ґрунтується на вимірі потужності випромінювання, що виходить із двох послідовно з'єднаних одномодових волокон при їх взаємному радіальному зсуві в місці з'єднання.

#

//

*

[CHAPTER]

Виміру чутливості фотоприйомних пристроїв і рівнів оптичної потужності передавачів оптичного сигналу

[LIST_goto]

[TEXT]

Виміру чутливості фотоприйомних пристроїв і рівнів оптичної потужності передавачів оптичного сигналу виконуються високоточними оптичними вимірниками потужності й стабілізованих джерел сигналу. Особливості цих вимірів були описані вище.

#

//

*

Характеристика встаткування

[START PAGE]

SOURCES/вимірювальна техніка для експлуатаційних вимірів.files/вимірювальна техніка для експлуатаційних вимірів.files.html

[FONT SIZE]=10

[FONT NAME]=Tahoma

//

*

[CHAPTER]

Оптичні вимірники потужності

[LIST_goto]

SOURCES/Оптичні вимірники потужності.htm

//

*

[CHAPTER]

Стабілізовані джерела сигналу

[LIST_goto]

SOURCES/Стабілізовані джерела сигналу.htm

//

*

[CHAPTER]

Візуальні дефектоскопи

[LIST_goto]

SOURCES/Візуальні дефектоскопи.htm

//

*

[CHAPTER]

Вимірники втрат в оптичній лінії

[LIST_goto]

SOURCES/Вимірники втрат в оптичній лінії.htm

//

*

[CHAPTER]

Перебудова оптичних аттенюаторів

[LIST_goto]

SOURCES/Перебудова оптичних аттенюаторів.htm

//

*

[CHAPTER]

Оптичні рефлектометри

[LIST_goto]

SOURCES/Оптичні рефлектометри.htm

//

*

[CHAPTER]

Аналізатори зворотних втрат

[LIST_goto]

SOURCES/Аналізатори зворотних втрат.htm

//

*

[CHAPTER]

Переговірні пристрої

[LIST_goto]

SOURCES/Переговірні пристрої.htm

//

*

[CHAPTER]

Кабельні ідентифікатори

[LIST_goto]

SOURCES/Кабельні ідентифікатори.htm

//

*

[CHAPTER]

Мікроскопи

[LIST_goto]

SOURCES/Мікроскопи.htm

//

*