

УДК 621.396.22.029.7

Волоконно оптичні системи зв'язку

Закрева О.В., к.т.н., доц. Шмирьова Л.М.

Вступ.

Фундаментальною відзнакою волоконно-оптичних систем зв'язку (ВОСЗ) від більш традиційних систем електричного зв'язку є те, що в якості несучих інформацію хвиль використовуються інфрачервоні світлові хвилі. Світлові хвилі відрізняються від радіохвиль в принципі тільки одним - частотою (в оптиці замість частоти ν частіше використовується довжина хвилі $\lambda = c / \nu$, c - швидкість світла у вакуумі). Однак за своїми фізичними властивостями і характеру поширення в просторі світлові і радіохвилі істотно розрізняються, з чого випливають технологічні відмінності ВОЛЗ від традиційних систем електровз'язку. Замість мідних проводів і кабелів на їх основі для передачі оптичних сигналів використовують оптичні волокна і оптичні кабелі на їх основі. Використання оптичного волокна дозволяє вже сьогодні забезпечити сумарну швидкість передачі інформації по одному оптичному волокну до декількох десятків Тбіт/с. Вирішальними факторами при виборі несучої оптичної частоти (довжини хвилі) є величина загасання і наявність ефективних джерел випромінювання. Оскільки при

підвищенні частоти різко, в четвертому ступені, збільшуються втрати, в волоконно-оптичному зв'язку зазвичай застосовуються інфрачервоні світлові хвилі, а в якості матеріалу волокна використовується кварцове скло. ВОСЗ працюють в трьох спектральних діапазонах з центральними довжинами хвиль $\lambda = 850$ нм, $\lambda = 1300$ нм і $\lambda = 1550$ нм. Ці спектральні діапазони, що характеризуються локальними мінімумами загасання світла в кварцовому волокні, прийнято називати трьома вікнами прозорості волокна.

Структура і основні компоненти ВОЛЗ.

Структура оптоволоконного кабелю дуже проста і схожа на структуру коаксіального електричного кабелю (Рис. 2.). Тільки замість центрального мідного дроту 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. В даному випадку мова йде про режим так званого повного внутрішнього відбиття світла від кордону двох речовин з різними коефіцієнтами заломлення (у скляній

оболонки коефіцієнт заломлення значно нижче, ніж у центрального волокна). Металева обплетення кабелю зазвичай відсутня, так як екранування від зовнішніх електромагнітних перешкод тут не потрібно. Однак іноді її все-таки застосовують для механічного захисту від навколишнього середовища (такий кабель іноді називають броньовим, він може об'єднувати під одним оболонкою кілька оптоволоконних кабелів).

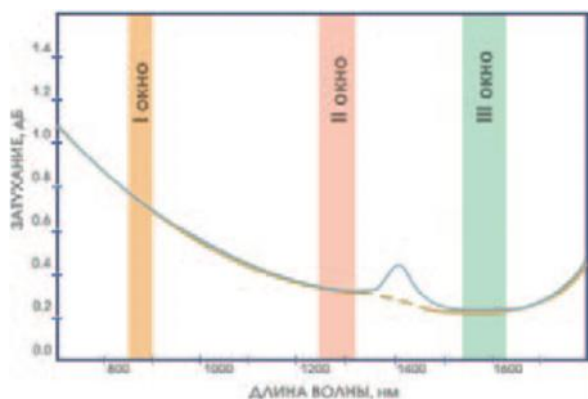


Рис. 1. Спектральна залежність коефіцієнта затухання одномодового волокна

Оптоволоконний кабель має виняткові характеристики по перешкодозахищеності і секретності 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, так як при цьому порушується цілісність кабелю. Теоретично можлива смуга пропускання такого кабелю досягає

величини 10¹² Гц, то є 1000 ТГц, що незрівнянно вище, ніж у електричних кабелів. Вартість оптоволоконного кабелю постійно знижується і зараз приблизно дорівнює вартості тонкого коаксіального кабелю.

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

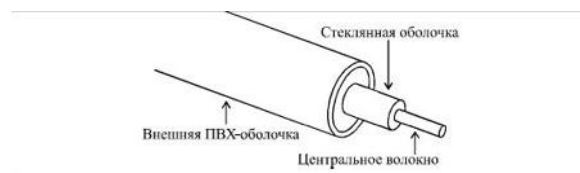


Рис. 2 Структура оптоволоконного дроту

Найпростіша волоконно-оптична система зв'язку передає інформацію між двома точками. Такі системи зв'язку точка-точка називають волоконно-оптичними лініями зв'язку (ВОЛЗ).

До складу ВОЛЗ входять:

- Передавач - пристрій, що перетворює вхідні керуючі електричні сигнали у вихідні світлові сигнали;

- Фізичне середовище передачі інформаційних сигналів - оптичне волокно;
- Регенератори і/або оптичні підсилювачі;
- Приймач - пристрій, що перетворює вхідні оптичні сигнали у вихідні електричні сигнали.

Як правило, джерелами світлових сигналів служать напівпровідникові лазери або світло-діоди. Світлові сигнали, вихідні з передавача, вводяться в забезпечене роз'ємом волокно і передаються по волоконно-оптичній лінії. В кінці лінії світло надходить в фотоприймач, що перетворює його в електричні сигнали, які потім обробляються і використовуються в приймальному обладнанні. Таким чином, обов'язковими елементами ВОЛЗ є передавач, оптичне волокно і приймач. Для збільшення дальності передачі інформації використовуються регенератори або оптичні підсилювачі сигналів. Схема ВОЛЗ, використовуваної для передачі інформації на велику відстань, показана на рис.3.

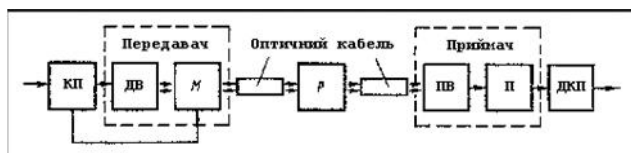


Рис. 3 Структурна схема волоконно-оптичної лінії зв'язку

Реальна схема ВОЛЗ інколи містить не всі названі елементи. При невеликій довжині ліній відпадає необхідність в застосуванні ретранслятора. При використанні в

якості ДВ напівпровідникових лазерів і світлодіодів управління інтенсивністю випромінювання здійснюється в самих приладах, тому додатковий зовнішній модулятор не потрібний.

Передавач

ВОЛЗ

Оптоелектронні передавачі застосовуються в волоконно-оптичних системах, призначені для перетворення електричних сигналів в оптичні. Останні повинні бути введені в волокно з мінімальними втратами. Виробляються вельми різноманітні оптоелектронні передавачі, що відрізняються по конструкції, а також за типом джерела випромінювання. Одні працюють на невисоких швидкостях на лініях з максимальною довжиною до декількох метрів, інші передають сотні і навіть тисячі мегабіт в секунду на відстані в кілька десятків кілометрів.

До складу оптичного передавача зазвичай входять джерело оптичного випромінювання, що погоджує оптичний пристрій, електронні схеми модуляції і стабілізації режимів роботи джерела випромінювання.

Головним елементом є джерело випромінювання. Воно повинно випромінювати на довжині хвилі, що відповідає одному з вікон прозорості ОВ; забезпечувати досить високу потужність випромінювання і ефективність введення його в ОВ; мати високу швидкодію, що дозволяє здійснювати високошвидкісну модуляцію; відрізнятися простотою, надійністю і малими габаритами.

Цим вимогам найбільш повно задовольняють напівпровідникові джерела випромінювання: світлодіоди (СІД) і лазери (ЛД).

Приймач ВОЛЗ

Фотоприймачі є найважливішим компонентом, який визначає дальність, швидкість передачі таких систем. Вимоги, які ставляться до фотоприймачів залежать від їх використання. Для фотоприймачів у

міських лініях основними характеристиками є швидкодія і чутливість. В якості приймача можна використовувати:

- Фотодіоди на основі напівпровідникових з'єднань
- Кремнієві і германієві лавинні фотодіоди
- Фототранзистори

Таблица 3.1 Сравнительные характеристики лазеров и СИД

Параметр	СИД	Лазер
Выходная мощность	Низкая	Высокая
Скорость	Низкая	Высокая
Выходная апертура (NA)	Высокая	Низкая
Спектральная характеристика	Широкая	Узкая
Совместимость с одномодовым волокном	Нет	Да
Применение	Простое	Сложное
Период эксплуатации	Очень длинный	Длинный
Стоимость	Низкая	Высокая

Висновки

Превага світловодних ліній зв'язку і останні досягнення в області технології оптичних матеріалів і оптоелектронних пристроїв дозволяють прогнозувати широке застосування ВОЛЗ в системах управління, переробки і передачі інформації.

Література

1. Васюра А.С. – книга “Элементы та пристрої систем управління автоматики“
2. Под. ред. У.ТСАНГА Перевод с английского под.. ред. д-ра

техн. наук
М.А. ТРИШЕНКОВА “Техника оптической связи”

3. Э. Удд. Волоконно-оптические датчики / под ред.Э. Удда. — М.: Техносфера, 2008. — С. 17. — ISBN 978-5-94836-191-8.
4. Бусурин В. И., Носов Ю. Р. Б 92 Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения.— М.: Энергоатомиздат, 1990.-256 с: ил. ISBN 5-283-01523-8