

Кафедра проектування та експлуатації електронних апаратів

Магістерська кваліфікаційна робота

за спеціальністю 172 – Електронні комунікації та радіотехніка

на тему:

“Дослідження втрат у волоконно- оптичних лініях зв'язку”

Виконав: здобувач гр.РЕАЗм-22-1 А.К. Розгон

Керівник: к.т.н., доц. О.Д. Меньяло

Актуальність

Прилади телекомунікацій та засоби передачі даних стикаються з динамічно зростаючим попитом на частотні ресурси. Тому оператори зв'язку під час побудови сучасних інформаційних мереж найчастіше використовують волоконно-оптичні кабельні системи для побудови ВОЛЗ. При прокладанні та монтажі оптичного кабелю особливо всередині приміщень неможливо уникнути вигинів волокна, що спричиняє додаткові втрати.

Оптичне волокно на даний час вважається найдосконалішим фізичним середовищем для передачі інформації, а також найперспективнішим середовищем для передачі великих потоків інформації на значні відстані. Сьогодні волоконна оптика знаходить застосування практично у всіх сферах, пов'язаних із передачею інформації.

Кваліфікаційна робота присвячена теоретичному дослідженню втрат у вигнутих оптичних волокнах. У роботі розглядаються основні аспекти щодо появи згасання на вигнутій ділянці стандартного оптичного волокна та згинальних втрат загалом за лінією зв'язку.

Основні визначення

ОБ'ЄКТОМ ДОСЛІДЖЕННЯ в роботі є оптичні волокна волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ).

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ – згасання на вигнутій ділянці стандартного оптичного волокна та згинальні втрати.

МЕТОЮ РОБОТИ є аналіз параметрів оптичних волокон та розробка методики практичного розрахунку залежностей коефіцієнта загасання на вигнутій ділянці волокна від радіусу вигину та довжини хвилі випромінювання світла.

Для досягнення мети необхідно вирішити ряд ЗАВДАНЬ:

- 1) обґрунтувати вибір наукового напрямку та методів дослідження, сформулювати постановку завдання;
- 2) провести аналіз конструкції та параметрів різних типів оптичних волокон та виявити причини появи їх вигинів у ВОЛЗ;
- 3) запропонувати методику розрахунку залежностей коефіцієнта загасання світла у вигнутій ділянці волокна від радіусу його вигину та довжини хвилі світла;
- 4) провести дослідження згинальних втрат в одномодових стандартних оптичних волокнах.

Характеристика роботи

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ. Кваліфікаційна робота виконувалась в рамках наукових інтересів кафедри Проектування та експлуатації електронних апаратів за напрямками:

- «Діагностика електронних пристроїв вбудованих систем» (наук. керівник – доц. Меньяло О.Д.);
- «Апаратно–програмні засоби проектування РЕА» (наук. керівник – доц. Подгайко О.І.).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ базуються на загальній теорії фізичної оптики та математичних чисельних методах розрахунку. Для оцінювання результатів використовуються статистичні методи обробки даних.

СТРУКТУРА І ОБСЯГ РОБОТИ. Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновку та списку використаних джерел. Матеріал викладен на 67 сторінках, що містить: 28 рисунків, 11 таблиць.

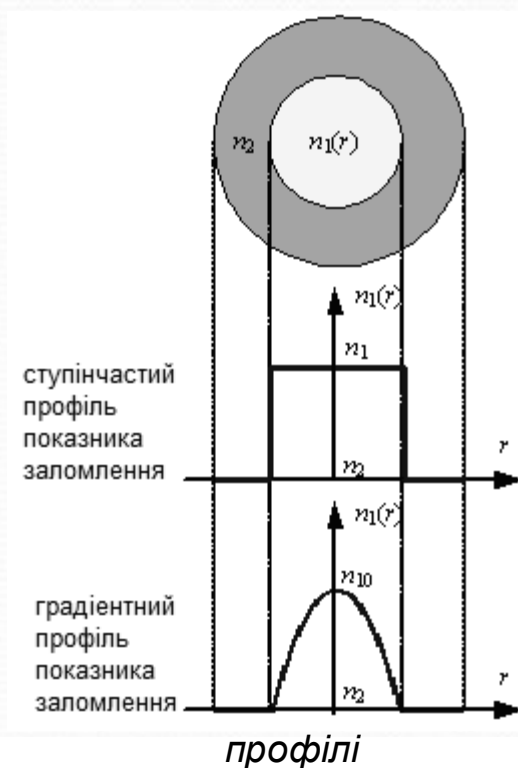
Параметри оптичного волокна

Оптичне волокно (ОВ) являє собою циліндричну багатошарову кварцову нитку, що складається з серцевини, оболонки та одного або кількох захисних покриттів.

Серцевина та оболонка виготовляються із плавненого кварцу SiO_2 . Оболонка має постійний показник заломлення n_2 та покрита захисним шаром акрилатного лаку, а серцевина для забезпечення необхідного профілю показника заломлення n_1 легується домішками (GeO_2 , P_2O_5), які збільшують показник залому.



структура показника заломлення



Оптичні волокна поділяються на волокна: зі ступінчастим профілем показника заломлення або з градієнтним профілем показника заломлення.

Класифікація оптичних волокон

Усі оптичні волокна діляться за кількістю мод поширення на:

- одномодові;
- багатомодові.

Одномодові волокна застосовуються у транспортних мережах усіх трьох рівнях: на магістральному рівні, на рівні розподілу та на рівні доступу.

Багатомодові волокна застосовуються в локальних обчислювальних мережах та частково в транспортних мережах на рівні доступу.

Існує два стандарти волокон, що відрізняються діаметром серцевини (розміри серцевини та оболонки ОВ стандартизовані та позначаються так: діаметр серцевини/діаметр оболонки).

У ВОЛЗ найчастіше використовуються такі стандарти волокон:

- багатомодове градієнтне волокно 50/125;
- багатомодове градієнтне волокно 62,5/125;
- одномодове ступінчасте волокно 8-10/125;
- одномодове волокно із зміщеною дисперсією 8-10/125;
- одномодове волокно з ненульовою зміщеною дисперсією 8-10/125.

Оптичні волокна для ВОЛЗ

Параметри основних типів одномодових волокон нормуються міжнародними стандартами *ITU-T*:

- G.652 – волокна з незміщеною дисперсією (*SM* волокна) з довжиною хвилі нульової дисперсії та довжиною хвилі відсічення біля 1310 нм;

- G.653 – волокна зі зміщеною дисперсією (*DS* волокна) з довжиною хвилі нульової дисперсії в районі 1550 нм та довжиною хвилі відсічення біля 1310 нм;

- G.654 – волокна з незміщеною дисперсією (*SM* волокна) з довжиною хвилі нульової дисперсії біля 1310 нм та довжиною хвилі відсічення – 1550 нм;

- G.655 – волокна зі зміщеною ненульовою дисперсією (*NZDS* волокна), що мають малу дисперсію (0,1–6 пс/нм км) у діапазоні довжин хвиль 1530–1565 нм;

- G.656 – волокна з ненульовою дисперсією для систем грубого ущільнення по довжинах хвиль (*CWDM*– *Coarse Wavelength Division Multiplexing* – велика відстань між спектральними каналами – 20 нм).

Дисперсія в оптичних волокнах

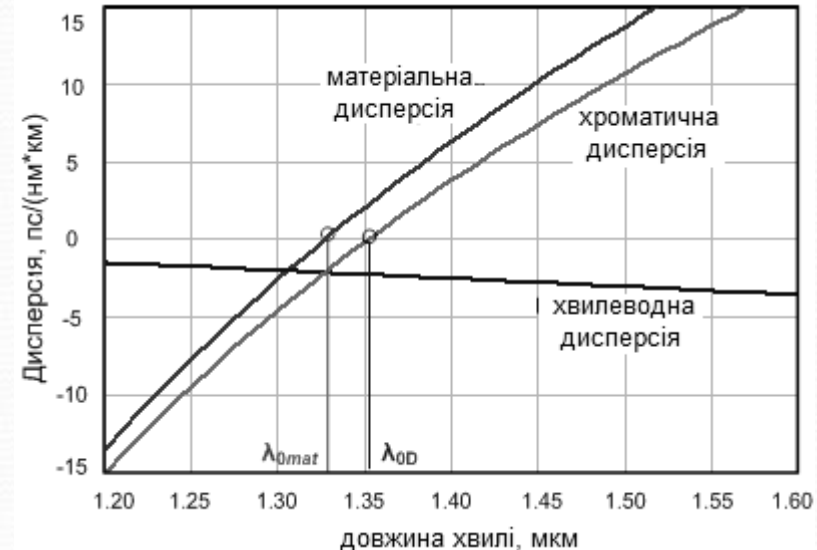
Явище розширення імпульсу в багатомодовому ОВ називається міжмодовою дисперсією, що характеризується величиною D_m :

$$D_m = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{L} = \frac{n_1}{c} \left[\frac{n_1}{n_2} - 1 \right] = \frac{n_1 \cdot \Delta n}{c \cdot n_2}$$

- де: - t_{\max} , t_{\min} – максимальний та мінімальний час розповсюдження променю;
- L – довжина волокна;
- n_1 , n_2 – показники заломлення;
- c – швидкість світла.

Хроматична дисперсія складається з двох складових: матеріальної та хвильоводної:

$$D_x = D_{mm} + D_e$$

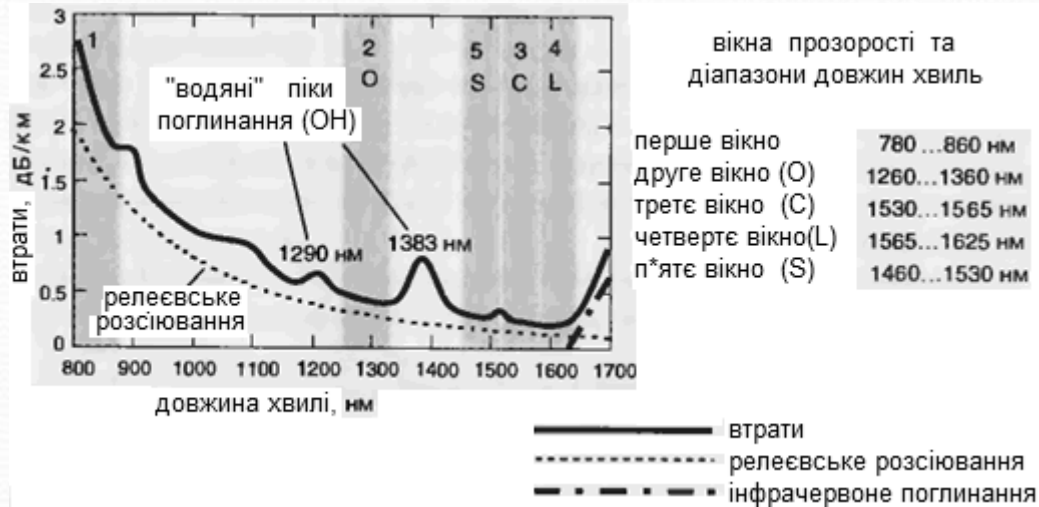


Хроматична дисперсія в одномодовому волокні

Загасання в оптичних волокнах

Загасання в оптичних волокнах – це власні втрати в ОВ, що залежать від його конструкції, переважно зумовлені причинами:

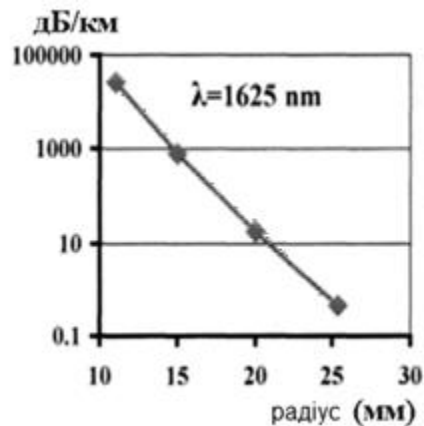
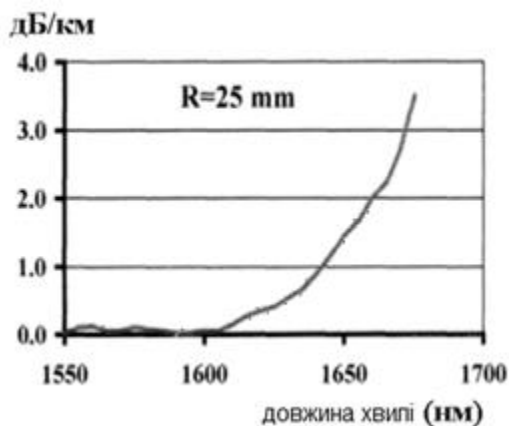
- поглинанням;
- розсіюванням;
- недоліками монтажу (втрати введення та виведення випромінювання, порушення геометричної форми та структури волокна, втрати у з'єднаннях).



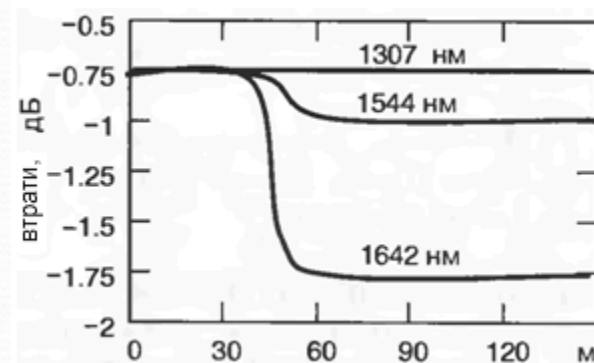
Залежність коефіцієнта загасання від довжини хвилі та положення вікон прозорості

Втрати у вигнутому оптичному волокні

При прокладанні та монтажі оптичного кабелю неможливо уникнути вигинів ОВ. Радіус вигину кабелю при його стаціонарному прокладанні істотно впливає на його експлуатаційні характеристики. Вигин кабелю викликає відповідно вигин оптичного волокна, який за певних умов може збільшивши втрати на проходження сигналу.



Залежність загасання у стандартному одномодовому волокні G.652 від довжини хвилі та радіуса вигину



Рефлектограми втрат у волокні G.652 на трьох довжинах хвиль

У вигнутому волокні втрати збільшуються із збільшенням довжини хвилі.

Розрахунок втрат у вигнутих стандартних ОВ

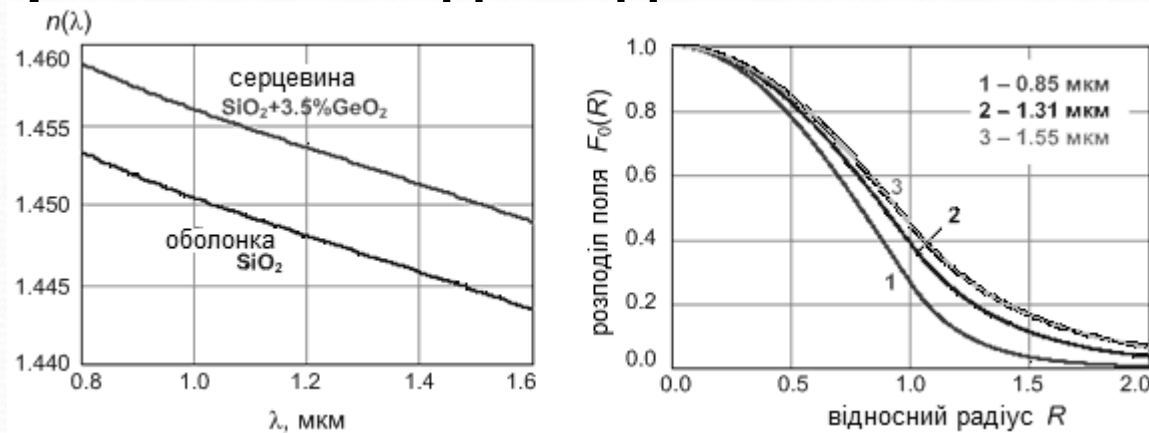
Запропонована в роботі методика втрат у вигнутих стандартних оптичних волокнах містить в собі:

- 1) розрахунок поля основної моди волокна;
- 2) розрахунок коефіцієнта загасання світла на вигнутій ділянці оптичного волокна;
- 3) урахування залежності загасання від радіусу згину вигнутої ділянки волокна та від довжини хвилі світлового випромінювання, що розповсюджується в оптичному волокні (кабелі).

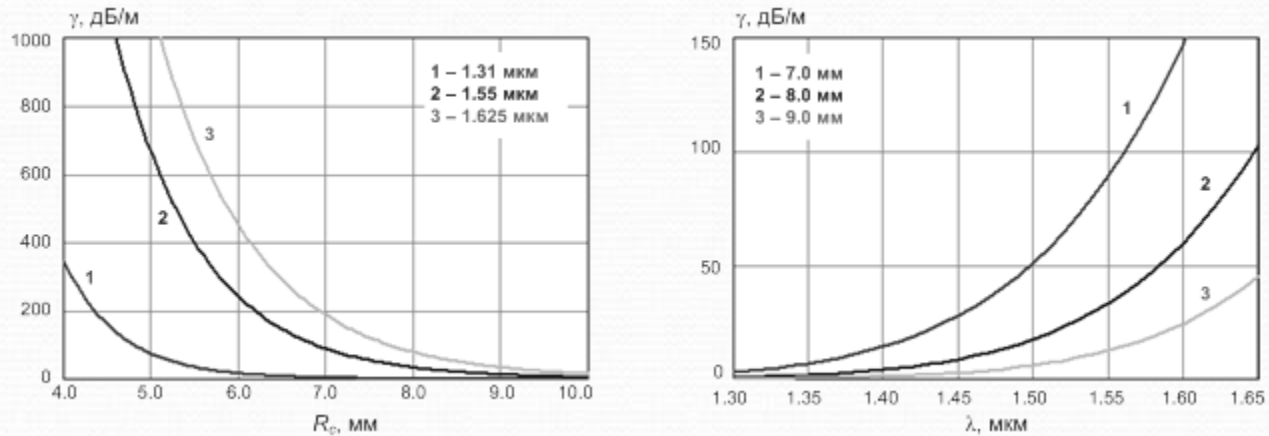
Якщо відношення радіусів вигину та серцевини ОВ значне, що, як правило, реалізується на практиці, то для визначення втрат на мікрозгинах може бути використана розроблена методика розрахунку.

Якщо волокно має велику кількість випадкових згинів з довільним радіусом кривизни та довжиною дуги, що характерно для мікрозгинів, то повні втрати від вигинів та перехідних ділянок можуть бути знайдені простим підсумовуванням.

Експериментальні дослідження



Залежності показників заломлення серцевини та оболонки від довжини хвилі та нормовані функції розподілу поля основної моди на різних довжинах хвиль.



Залежності коефіцієнта загасання вигнутої ділянки волокна від радіусу згину та від довжини хвилі

Моделювання та експериментальні дослідження волокна марки SMF-28.

Охорона праці

Щодо схеми "Людина-Машина-Середовище" в приміщенні наукової лабораторії обчислювального центру

Розміри приміщення:

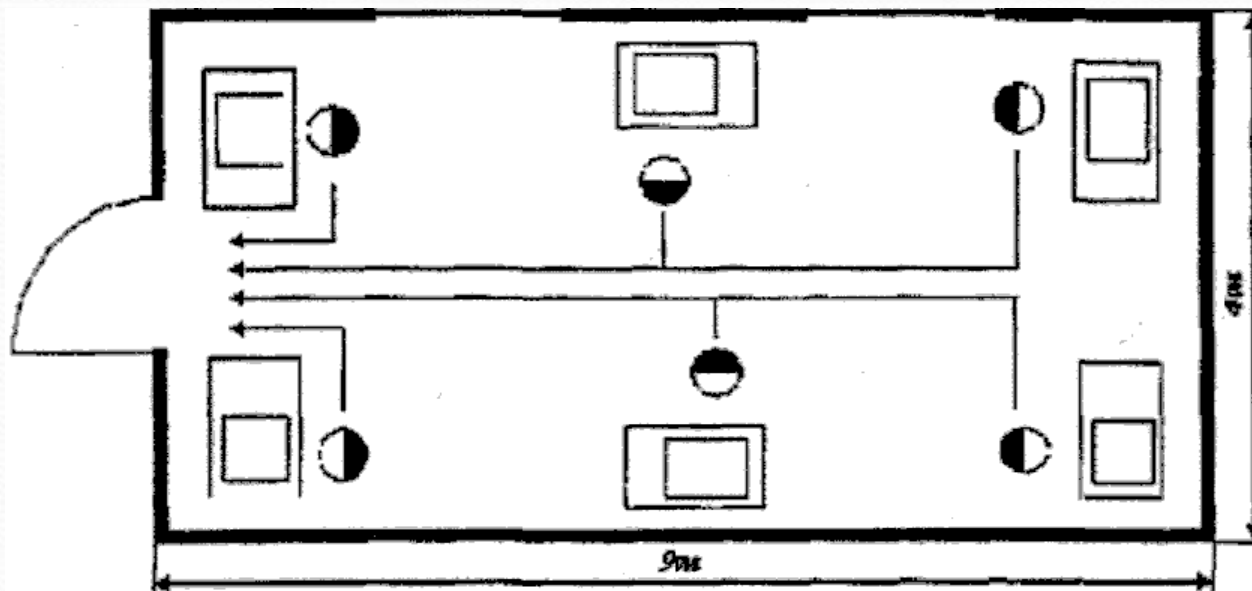
довжина – 9 м,
ширина – 4 м,
висота – 3,5 м.

Кількість робочих місць – 6.

Негативні фактори впливу:

- зорова втома;
- напружена розумова праця;
- електромагнітне випромінювання;
- електростатичні поля, іонізація;
- інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання;
- електрична напруга у мережі до 1000 В.

Виробнича безпека та санітарія



План розміщення робочих місць

Проаналізовані умови праці в приміщенні обчислювального центру на робочому місці дослідника, розглянуті основні небезпечні фактори та надані рекомендації щодо виробничої безпеки і санітарії праці. Виконано розрахунок кондиціонування наукової лабораторії.

Висновки

НАУКОВА НОВИЗНА результатів виконаної кваліфікаційної роботи полягає у тому, що розроблено досить просту методику розрахунку залежностей коефіцієнта загасання світла у вигнутій ділянці волокна від радіусу його вигину та довжини хвилі світла:

- результати роботи надають відомості щодо згинальних втрат в одномодових стандартних оптичних волокнах ВОЛЗ;
- обґрунтована можливість розрахунку залежності коефіцієнта загасання світла у вигнутій ділянці волокна в залежності від типу оптичного волокна та особливості прокладення оптичного кабелю.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ роботи полягає в тому, що показана залежність оптичних втрат від конструкції оптичного волокна та особливості прокладення оптичного кабелю.

Запропоновано досить просту для практичного застосування методику розрахунку згинальних втрат в одномодовому стандартному оптичному волокні ВОЛЗ.

Магістерська кваліфікаційна робота

за спеціальністю 172 – Електронні комунікації та радіотехніка

Доповідь закінчена.

Дякую за увагу!