Отчет по лабораторной работе

“ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ”

Выполнили: Студенты группы Б17-203  
Воронов Валерий  
Глазырина Софья  
Платонов Александр

***Цель работы***: изучение физических механизмов, определяющих важнейшие характеристики линии связи: дальность и пропускную способность.

***Введение***

Основной структурный элемент системы оптоволоконной связи – одноканальная ВОЛС. Ее называют симплексной, если по ней передают один оптический сигнал в одном направлении. Полнодуплексной линией называют пару симплексных линий, работающих на встречных направлениях между одной парой корреспондентов..

Одноканальная симплексная ВОЛС содержит: 1) излучатель оптического диапазона, по преимуществу лазер; 2) модулятор, изменяющий амплитуду, частоту или фазу колебаний в соответствии с передаваемой информацией; 3) устройство ввода излучения в оптическое волокно; 4) собственно волоконную линию; 5) приемник, чаще всего с быстродействующим фотодиодом.

Особую роль в современной волоконной связи приобрели мультиплексные линии связи, где несколько логически независимых потоков информации объединены в одном волокне.

***Структуры оптических волокон***

Световоды, применяемые в линиях связи, состоят обычно из

собственно, оптического волокна и защитного покрытия из полимера. Волокно по действующим стандартам для линий связи представляет собой кварцевую нить с внешним диаметром 125 мкм. Центральная часть волокна, "сердцевина", имеет диаметр 50 или 62,5 мкм в многомодовых волокнах и 8...10 мкм в одномодовых. Показатель преломления сердцевины больше показателя преломления оболочки примерно на 1%.

Различают волокна со ступенчатым и градиентным профилем

показателя преломления (ППП).

*Информационная пропускная способность линии связи*

Максимальную протяженность линии между передатчиком и приемником ограничивают потери энергии (затухание сигнала) и дисперсия, то есть расплывание, размывание, деградация светового импульса по мере его движения в среде.

Погонное затухание характеризуется формулой отношения мощностей:

(1)

В формуле входная и выходная мощности оцениваются по площади соответствующих графиков импульсов, полученных при помощи осциллографа.

Максимально достижимая полоса пропускания линии экспоненциально убывает при увеличении длины трассы.

***Дисперсия*** совместно с истинным затуханием (потерями энергии) накладывают энергетическое ограничение на длину ВОЛС; оно проявляется как снижение пиковой мощности импульса на выходе при удлинении трассы.

Во всякой материальной среде существует зависимость фазовой

скорости волны от ее частоты. ***Хроматической дисперсией*** одномодового волокна (D) называют разность групповых задержек двух групп волн с несущими частотами, различающимися на единицу длины волны, отнесенную к единице длины линии.

Чем шире спектр сигнала, тем больше разность групповых задержек между крайними спектральными компонентами, формирующими импульс, тем заметнее дисперсия. Хроматическая дисперсия одномодового волокна складывается из двух наиболее существенных компонент – дисперсии самого материала волокна (***материальной дисперсии***) и специфической для диэлектрических волноводов ***волноводной*** дисперсии.

При увеличении длины волны поле низшей моды сильнее проникает из сердцевины в оболочку, где показатель преломления меньше. Чем тоньше сердцевина, тем большая доля энергии направляемой моды распространяется в тонком слое оболочки вблизи от поверхности сердцевины. Чем ниже частота возбуждаемой моды, тем больше объем, занятый полем моды в оболочке. Следовательно, при уменьшении частоты эффективный показатель преломления волокна снижается за счет меньшего показателя преломления оболочки, и фазовая скорость основной моды растет. Так возникает дополнительная хроматическая дисперсия фазовой скорости

(dn/d > 0). Она влечет за собой и дисперсию групповой задержки. Этот специфический, общий для диэлектрических одномодовых волноводов тип хроматической дисперсии называют ***волноводной дисперсией***.

В многомодовом волокне преобладает ***межмодовая дисперсия***, которую порождает зависимость фазовой скорости монохроматической волны от конфигурации поля направляемой моды.

Дисперсия в проводимом эксперименте будет вычислять при помощи данных о длительности импульсов, полученных также при помощи осциллограмм:

(2)

Длительности импульсов выбираются на половине высоты амплитуды импульса (данные также берутся из осциллограмм).

Хроматическая дисперсия будет оцениваться по формуле:

(3)

размерность хроматической дисперсии [пс/км\*нм], - ширина спектра лазерного импульса, считаем равным 6 нм.

Считается, что в одномодовом волокне нет межмодовой дисперсии, но это было лишь временное упрощение. На самом деле основная мода HE11 двукратно вырождена по направлению вектора поляризации E. При распространении по волокну, как показывает опыт, излучение в этой моде остается поляризованным, но состояние поляризации (эллипс) изменяется (рис. 13). По отношению к поляризованному излучению волокно оказывается средой с двойным лучепреломлением, но не регулярным, как в кристаллах, а слабым и стохастически распределенным по длине трассы. Локальные флуктуации двулучепреломления вызваны малыми нарушениями симметрии сечения сердцевины и локальными напряжениями (деформациями при изгибах, сжатиях и т.п.). В результате фазовая скорость одной линейно-поляризованной компоненты волны испытывает локальные вариации по отношению к другой, ей ортогональной. Импульс расщепляется на два, между ними появляется некоторая задержка, и суммарный импульс удлиняется на величину этой задержки. Дисперсию такого рода называют ***поляризационной модовой дисперсией***.

|  |
| --- |
|  |
| рис.1 Схема экспериментальной установки |

Также важной характеристикой оптоволокна является пропускная способность, которая определяется формулами:

(3)

П100=в пересчёте на 100 км (4)

***Рассчёты***

В результате вычислений были получены данные:

Время распространения лазерного импульса в различных катушках:

Длины оптоволокон:

Красная катушка - 707 м

Серая катушка - 1090 м

Розовая катушка - 2459 м

Из осциллограмм были получены следующие значения соответствующих величин:

1. Серая катушка

* длительность входного импульса - 45 пс
* длительность выходного импульса - 130 пс
* дисперсия, рассчитана по формуле (2) - 121 пс
* хроматическая дисперсия, рассчитана по формуле (3) - 28.5 пс/нс/км
* площадь входного импульса - 2.984e-11 с
* площадь выходного импульса - 2.342e-11 с
* коэффициент затухания - 1.05 Дб
* Удельный коэффициент затухания - 1.5 Дб/км
* Пропускная способность - 4.13 Гбит/c
* Пропускная способность на 100 км - 29.2 Мбит/c

1. Розовая катушка

* длительность входного импульса - 45 пс
* длительность выходного импульса - 400 пс
* дисперсия, рассчитана по формуле (2) - 397 пс
* хроматическая дисперсия, рассчитана по формуле (3) - 60.7 пс/нс/км
* площадь входного импульса - 1.3e-10 с
* площадь выходного импульса - 2.484e-11 с
* коэффициент затухания - 7.2 Дб
* Удельный коэффициент затухания - 6.6 Дб/км
* Пропускная способность - 1.25 Гбит/c
* Пропускная способность на 100 км - 13.7 Мбит/c

1. Красная катушка

* длительность входного импульса - 45 пс
* длительность выходного импульса - 200 пс
* дисперсия, рассчитана по формуле (2) - 190 пс
* хроматическая дисперсия, рассчитана по формуле (3) - 12.8 пс/нс/км
* площадь входного импульса - 2.688e-11 с
* площадь выходного импульса - 2.015e-11 с
* коэффициент затухания - 1.25 Дб
* Удельный коэффициент затухания - 0.5 Дб/км
* Пропускная способность - 2.63 Гбит/c
* Пропускная способность на 100 км - 64.7 Мбит/c

***Заключение***

В данной работе изучались физические механизмы и явления, определяющие важнейшие характеристики линии связи: дальность и пропускную способность.

В работе были посчитаны длины исследуемых волокон, а также была сделана оценка дисперсии для различных катушек. С помощью осциллографа были получены данные, по которым были определена величина дисперсии для различных катушек и удельные коэффициенты затухания катушек:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Цвет катушки** | **Дисперсия, пс** | **Удельный коэффициент затухания, Дб/км** |
| Серая | 121 | 1.5 |
| Розовая | 397 | 6.6 |
| Красная | 190 | 0.5 |

Помимо этого, была оценена пропускная способность информационного канала при использовании каждой из катушек:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Цвет катушки** | **Пропускная способность, Гбит/с** | **Пропускная способность в пересчёте на 100 км, Мбит/c** |
| Серая | 4.13 | 29.2 |
| Розовая | 1.25 | 13.7 |
| Красная | 2.63 | 64.7 |

Из полученных данных, а точнее - из полученных удельных коэффициентов затухания можно судить о профилях изученных оптоволокон: все они многомодовые.