СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ

Бойцов Илья Владимирович
Курсант 5 курса ФВА РВСН им. Петра Великого,
Россия, г. Серпухов
Научный руководитель: **Гвозд И.И**
к.т.н., доцент

В настоящее время предложено и исследовано большое количество способов компенсации дисперсии. Их можно разделить на следующие три класса:

1. способы компенсации дисперсии, основанные на управлении пространственным распределением дисперсии волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) для обеспечения нулевого суммарного (интегрального) значения дисперсии для всей линии;

2. способы компенсации дисперсии, основанные на управлении передатчиком или приемником излучения;

3. способы компенсации дисперсии, использующие нелинейные оптические эффекты для управления пространственно — временными характеристиками светового импульса.

Принцип компенсации дисперсии, основанный на управлении пространственным распределением дисперсии волоконно-оптической линии связи заключается в том, что в ВОЛС между участками телекоммуникационного волокна устанавливаются устройства, дисперсия которых равна по величине и противоположна по знаку дисперсии предшествующего им участка телекоммуникационного ОК.

Хроматическая дисперсия — зависимость групповой скорости распространения моды от длины волны передаваемого сигнала.

Расширение световых импульсов из-за хроматической дисперсии может быть скомпенсировано. Принцип компенсации заключается в том, что излучение проходит два участка: с положительной и отрицательной дисперсией. Световой импульс после прохождения отрезка волокна с положительной дисперсией расширяется т.к. его различные спектральные компоненты распространяются с разной скоростью. В результате импульс становится частотно модулированным: на фронте сосредоточены коротковолновые спектральные компоненты, а на спаде — длинноволновые компоненты. Это связано с тем, что в волокне с положительной дисперсией коротковолновые компоненты распространяются с большей скоростью, чем длинноволновые.

Наиболее распространенными устройствами для компенсации дисперсии ВОЛС являются:

1. Отрезки компенсирующего дисперсию волокна;

2. Устройства на основе брэгговских дифракционных решеток с изменяющимся периодом решетки;

3. Интерферометрические устройства.

Класс устройств, основанных на управлении пространственным распределением дисперсии волоконно-оптической линии связи для обеспечения нулевого суммарного значения дисперсии для всей линии, является наиболее удобным и находит наибольшее практическое применение.

Ко второму классу относятся устройства, использующие либо модуляцию передаваемого сигнала, либо специальную обработку сигналов на фотоприемнике для восстановления

информации. Наиболее широко в этом классе применяются устройства компенсации дисперсии, основанные на внесении линейной частотной модуляции передаваемого сигнала, знак которой противоположен модуляции, возникающей в ОВ.

К классу нелинейно-оптических методов компенсации хроматической дисперсии относится инверсия спектра световых сигналов в середине линии связи. Принцип работы инверторов спектра основан на явлении обращения волнового фронта (ОВФ), которое заключается в преобразовании одной волны в другую с идентичным распределением амплитуды и фазы и с противоположным направлением распространения. ОВФ получают методом четырехволнового смешения. В этом методе в нелинейной среде интерферируют четыре световых пучка. Три из них подаются извне: объектный пучок, который требуется обратить, и две опорные волны. Опорные пучки, распространяющиеся навстречу друг другу, имеют обычно плоский волновой фронт и одинаковую частоту, ту же, что и объектный пучок. Объектный пучок может направляться в среду с любого направления. Четвертый генерируемый пучок обращен по отношению к объектному. В результате прохождения устройства инверсии импульс сохраняет свою форму, но передний фронт становится длинноволновым, а задний фронт коротковолновым. Инвертор устанавливается в середине линии связи, поэтому из-за дисперсии во второй половине линии восстанавливается первоначальная форма оптического импульса.

Оптические волокна с высоким показателем добротности используются как дополнительные элементы линии связи, они увеличивают потери в линии, примерно, на 30%. Так, для пролета длиной 300 км может потребоваться около 50 км волокна с компенсацией дисперсии, при этом дополнительные потери мощности составят 18 дБ.

Для компенсации дисперсии применяется также новый тип ОВ, названного оптическим волокном с обратной дисперсией (RDF). Волокно RDF обладает коэффициентом дисперсии примерно равным по величине и противоположным по знаку соответствующему параметру стандартного одномодового волокна. Измеренное значение потерь на изгиб в RDF волокне оказалось меньше, чем в стандартном ОВ.

При рассмотрении способов уменьшения хроматической дисперсии можно сделать вывод, что хроматическая дисперсия происходит, потому что световой импульс имеет разные длины волн, за счет своего уширения и перемещается по волокну с различными скоростями. Хроматическая дисперсия также уменьшает уровень сигнала и искажает его. Рассмотренные выше различные типы компенсирующих дисперсию волокон позволяют достаточно хорошо компенсировать дисперсию и наклон дисперсионной зависимости стандартного оптического волокна (SMF).

В настоящее время в большинстве модулей компенсации дисперсии используется DCF волокно, т.к. такие модули не потребляют мощность, имеют малую стоимость и удобны в применении.

Литература:

1. Гвозд И.И., Соловьёв В.В., Хрусталев Р.Н. Теория электрической связи. Учебник (рек. ФГК ВОУ ВО «ВА РВСН»). — Серпухов: ФВА РВСН, 2019.

2. Биккенин Р.Р., Чесноков М.Н. Теория электрической связи. Учебное пособие для ВУЗов (рек. УМО в области телекоммуникаций). — М.: ИНФРА. М, 2016.

3. Клюев Л.Л. Теория электрической связи. Учебник. (Утв. МО) — М.: ИНФРА. М, 2016.

4. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. — М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008.