

ВЫБОР ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

В статье рассмотрены основные виды источников излучений применяемые в волоконно-оптической линии связи и даны рекомендации по их выбору

Ключевые слова: излучения, волоконно-оптической линии связи температурные колебания, сигнал.

CHOICE OF THE RADIATION SOURCE FOR THE FIBER-OPTIC LINK

The article describes the main types of radiation sources used in fiber-optic communication lines and recommendations of their choice

Keywords: radiation, fiber-optic communication line temperature fluctuations signal.

Главным элементом волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) является источник излучения. Перечислим основные требования, которым должен удовлетворять источник излучения, применяемый в ВОЛС:

- длина волны излучения источника должна соответствовать минимуму затухания оптического волокна, который для традиционных оптических волокон составляет: 850, 1300, 1550 нм;
- источник излучения должен обладать достаточным быстродействием, то есть обеспечивать частоту модуляции, необходимую для обеспечения передачи информации на требуемой скорости;
- источник излучения должен иметь достаточно большую мощность, чтобы сигнал можно было передавать на большие расстояния, но не настолько, чтобы излучение приводило к нелинейным эффектам;
- температурные колебания не должны сказываться на функционировании источника излучения.
- стоимость источника излучения должна быть относительно невысокой.

Два основных типа источников излучения, удовлетворяющие перечисленным требованиям, используются в настоящее время - светодиоды и полупроводниковые лазерные диоды.

Главная отличительная черта между светодиодами и лазерными диодами - это ширина спектра излучения. Светоизлучающие диоды имеют широкий спектр излучения, в то время как лазерные диоды имеют значительно более узкий спектр, рис.1. Оба типа устройств весьма компактны и хорошо сопрягаются со стандартными электронными цепями.

Благодаря своей простоте и низкой стоимости, светодиоды распространены значительно шире, чем лазерные диоды.

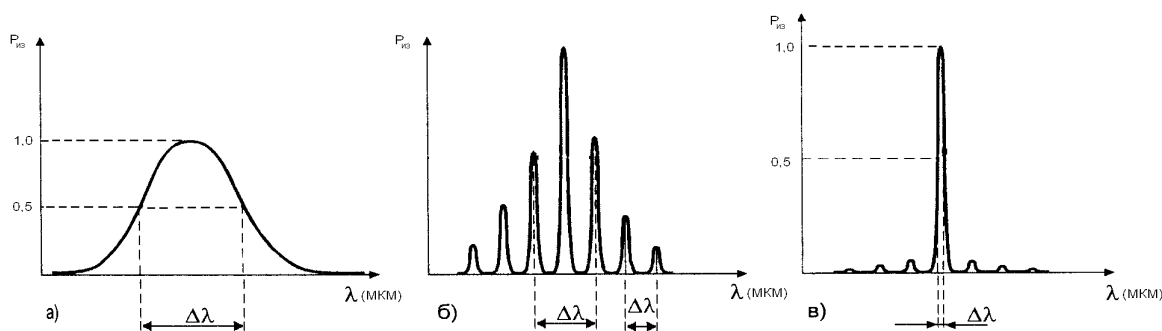


Рис.1. Спектры излучения светодиодов и лазерных диодов.

Принцип работы светодиода основан на излучательной рекомбинации носителей заряда в активной области гетерогенной структуры при пропускании через нее тока. Мощностные характеристики арсенид-галиевых светодиодов приведены на рис.2. Точка «А» соответствует малому току, который составляет 0,5 мА, а точка «В» соответствует режиму насыщения светодиода. Экспериментально установлено что амплитуда тока при этом для арсенид-галиевых светодиодов составляет около 100 А [1].

Гетерогенные структуры могут создаваться на основе разных полупроводниковых материалов. Обычно в качестве подложки используются GaAs и InP. Соответствующий композиционный состав активного материала выбирается в зависимости от длины волны излучения и создается посредством напыления на подложку.

У лазерного диода есть два главных конструктивных отличия по сравнению со светодиодом. Первое, лазерный диод имеет встроенный оптический резонатор. Второе, лазерный диод работает при значительно больших значениях токов накачки, чем светодиод, что позволяет при превышении некоторого порогового значения получить режим индуцированного излучения. Именно такое излучение характеризуется высокой когерентностью, благодаря чему лазерные диоды имеют значительно меньшую ширину спектра излучения (1-2 нм рис.1.в) против 30-80 нм у светодиодов, рис.1.а. Зависимость мощности излучения от тока накачки описывается мощностной характеристикой лазерного диода. При малых токах накачки лазер испытывает слабое спонтанное излучение, работая как малоэффективный светодиод. При превышении некоторого порогового значения тока накачки излучение становится индуцированным, что приводит к резкому росту мощности излучения и его когерентности, точка «С» рис.2.

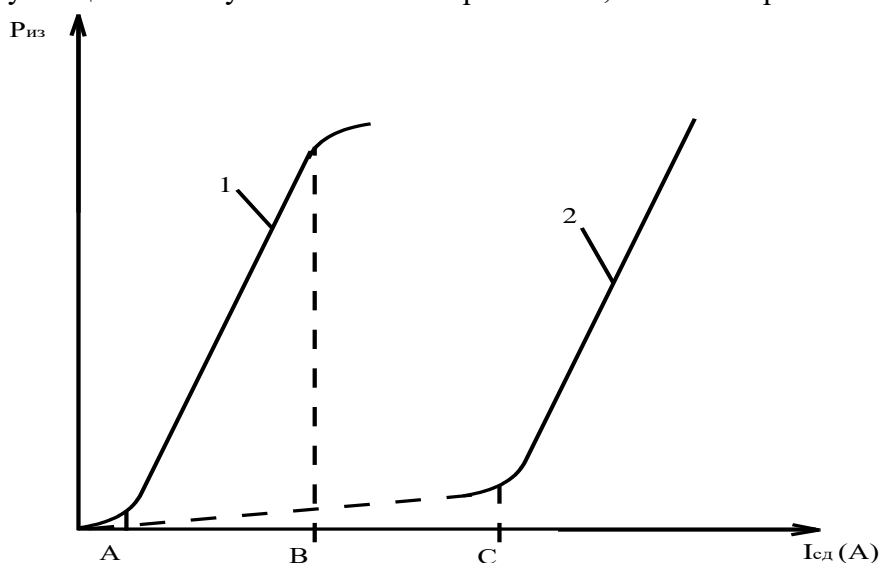


Рис.2. Мощностные характеристики:

1 – светодиода, 2 - лазерного диода;

В магистральных ВОЛС используются два окна 1,3 и 1,55 мкм. Поскольку наименьшее затухание в волокне достигается в окне 1,55 мкм, на сверхпротяженных безретрансляционных участках ($L = 100$ км) эффективней использовать оптические передатчики именно с этой длиной волны. В то же время на многих магистральных ВОЛС волоконно-оптический кабель содержит ступенчатые одномодовые волокна, имеющие минимум хроматической дисперсии в окрестности 1,3 мкм (волокон со смещенной дисперсией нет). На длине волны 1,55 мкм удельная хроматическая дисперсия у SMF составляет 17 пс/нм-км. А поскольку полоса пропускания обратно пропорциональна ширине спектра излучения, то увеличить полосу пропускания можно только уменьшая ширину спектра излучения лазера. Итак, для того чтобы оптические передатчики на длине волны 1,55 мкм могли в равной степени использоваться на протяженной линии не только с одномодовым волокном со смещенной дисперсией (DSF), но и со ступенчатым волокном (SMF), необходимо делать ширину спектра излучения передатчиков как можно меньше.

Экспериментально измеряемым параметром, отражающим быстрдействие источника излучения, является максимальная частота модуляции. Предварительно устанавливаются пороги на уровне 0,1 и 0,9 от установившегося значения мощности светового излучения при низкочастотной модуляции прямоугольными импульсами тока. По мере роста частоты модуляции, т.е. при переходе на меньшие масштабы по временной шкале, форма световых фронтов становится более полой. Для описания фронтов вводят времена нарастания τ_{rise} и спада τ_{fall} мощности излучения, определяемые как временные интервалы, за которые происходит нарастание от 0,1 до 0,9 и, наоборот, спад светового сигнала от 0,9 до 0,1. Максимальная частота модуляции определяется как частота входных электрических импульсов, при которой выходной оптический сигнал перестает пересекать пороговые значения 0,1 и 0,9, оставаясь при этом во внутренней области. Для светодиодов эта частота может достигать до 200 МГц, а у лазерных диодов - значительно больше (несколько ГГц). (5-8 лет).

Литература:

1. Мухитдинов М, Мусаев Э.С. Светоизлучающие диоды и их применение. - М.: Радио и связь, 1988.- 80 с.