

УДК 535.341.08

Универсальный стенд для исследования основных оптических характеристик приемо-передающих модулей различных типов

Д. Д. Старых, Ю. А. Воцинский

Московский физико-технический институт (государственный университет)
ООО НТО “ИРЭ-Полус”

На данный момент для преобразования электрических сигналов активных устройств цифровых сетей в оптические сигналы и передачи трафика по волоконным оптическим линиям связи (ВОЛС) разработано значительное количество приемо-передающих устройств (трансиверов). Для передачи на скоростях до 2,5 Гбит/с применяются трансиверы SFP (Small Form-factor Pluggable). На скоростях 10 Гбит/с используют модули XFP (10 Gigabit Small Form Factor Pluggable) и SFP+. Для качественной передачи сигналов по ВОЛС приемо-передающие модули должны удовлетворять требованиям по чувствительности, устойчивости к линейным (хроматическая дисперсия) и нелинейным искажениям в линии связи.

Задача текущей работы состоит в разработке автоматизированного стенда для исследования характеристик SFP и XFP/SFP+ модулей, произведенных компанией Menara (IPG Photonics). Стенд состоит из стандартных элементов, используемых в телекоммуникациях, и собран по аналогии с реальными ВОЛС (рис. 1). Электрический сигнал, имитирующий клиентский трафик, преобразуется трансивером в оптический сигнал, усиливается эрбиевым усилителем и отправляется на катушку с волокном и на перестраиваемый аттенуатор. После этого ослабленный затуханием в волокне и аттенуаторе сигнал поступает на второй эрбиевый усилитель, восстанавливается по мощности, и попадает на перестраиваемый компенсатор дисперсии, который позволяет нейтрализовать фазовый набег сигнала в следствии волноводной дисперсии в волокне. Поскольку в компенсаторе дисперсии происходит затухание сигнала, после него сигнал усиливается третьим эрбиевым усилителем. По причине того, что в процессе усиления к спектру сигнала, излучаемого трансивером, добавляется спектр спонтанной люминесценции ионов эрбия, в конце ВОЛС необходимо поставить оптический фильтр, роль которого в данной схеме играет оптический демультиплексор. С выхода демультиплексора сигнал поступает на приемник трансивера. Управляя аттенуацией и величиной некомпенсированной дисперсии можно искусственно ухудшить передаваемый сигнал и отметить как это сказалось на приеме сигнала трансивером.

На рис. 2а продемонстрирована зависимость доли ошибочных битов в принимаемом трафике (BER) от OSNR (соотношение сигнал/шум) сигнала, приходящего на трансивер. Минимальная величина OSNR, при которой качество сигнала, принимаемого трансивером, считается приемлемым, то есть его BER менее 10^{-12} называется критическим OSNR (рабочая зона трансивера располагается правее точки пересечения графика зависимости BER от OSNR и горизонтальной красной линии). На рис. 2б представлена зависимость критического OSNR от величины некомпенсированной дисперсии, выраженной в единицах длины. Аппроксимации второй зависимости позволяет определить значение недокомпенсации дисперсии, при котором критическое OSNR минимально. При этом, полученное значение оптимальной величины остаточной дисперсии дает возможность произвести корректный расчет ВОЛС с максимальной дальностью передачи трафика. Таким образом, данный стенд позволяет определить основные характеристики оптического сигнала, необходимые для безошибочной работы ВОЛС, при использовании соответствующего трансивера и оценить возможность его применения в реальных ВОЛС.

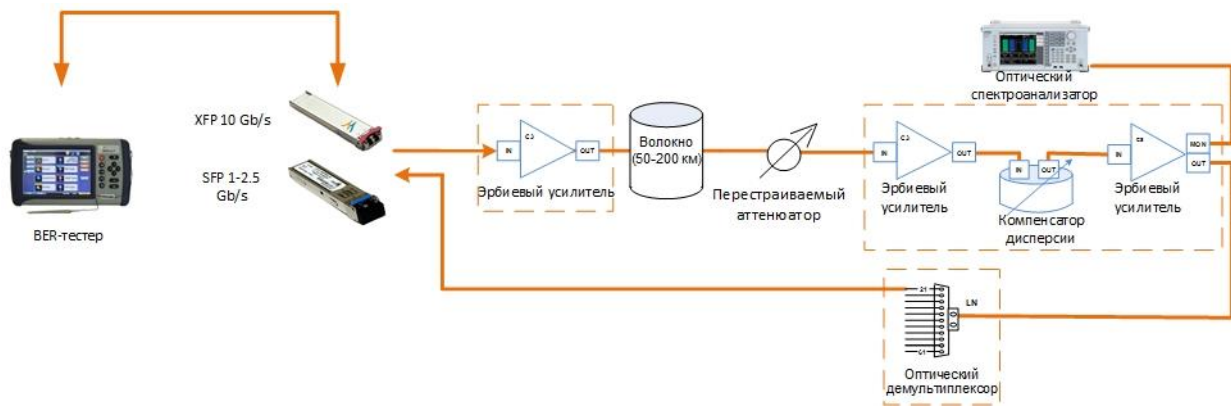


Рис. 1 Блок-схема экспериментальной линии

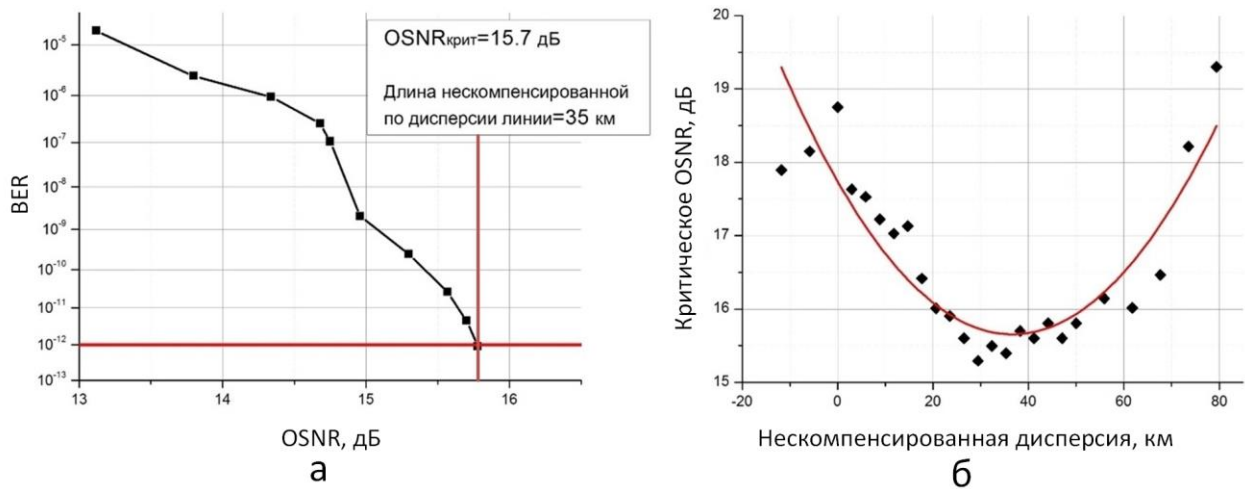


Рис. 2 Зависимость BER от OSNR сигнала (а), зависимость критического OSNR от величины некомпенсированной дисперсии (б)

Литература

1. Breed G. Bit error rate: Fundamental concepts and measurement issues //High Frequency Electronics. 2003. V. 2.,N. 1. P. 46-47.
2. Small Form-Factor Pluggable (SFP) Multisource Agreement SFF-8704i. URL: <ftp://ftp.seagate.com/sff/INF-8074.PDF>