

СОЗДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ МОДОВОЙ ДИСПЕРСИИ В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ

В.А. Длугунович, А.Ю. Жумарь, А.В. Исаевич, А.В. Механиков

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск

E-mail: mekhanikowalexander@gmail.com

В настоящее время волоконно-оптические системы связи и передачи информации (ВОСП) являются основным направлением развития телекоммуникационных систем. Они обладают рядом существенных преимуществ перед системами связи других видов, среди которых следует выделить: обеспечение широкой полосы пропускания, малое затухание сигнала, высокая помехозащищенность, низкий уровень шумов, малый вес и объем, высокая защищенность от несанкционированного доступа, длительный срок эксплуатации.

Одним из основных факторов, влияющих на скорость передачи информации в высокоскоростных ВОСП, являются дисперсионные характеристики оптического волокна (ОВ), в частности – поляризационная модовая дисперсия (ПМД). Под ПМД понимается уширение светового импульса в ОВ, вызванное дифференциальной групповой задержкой двух ортогональных линейно-поляризованных мод, распространяющихся по волоконному кабелю и возникающих вследствие нарушения concentричности сердцевины ОВ, внутренних и внешних механических напряжений, неоднородности материала и т.д. Уширение оптического импульса, передаваемого по ОВ, в свою очередь, приводит к увеличению числа битовых ошибок и снижению скорости передачи информации. Характеристикой ПМД является дифференциальная групповая задержка (DGD) – разница во времени прихода двух ортогональных линейно-поляризованных мод на данной длине волны и в данный момент времени. Кроме DGD, ПМД характеризуется коэффициентом поляризационной модовой дисперсии D_{PMD} – значением DGD, нормированным к длине ОВ (1 км).

Основным источником ПМД в линии связи служит ОВ. Кроме того, свой вклад в ПМД линии вносят и другие компоненты ВОСП – волоконно-оптические разъёмные соединения, ответвители, переключатели, аттенуаторы, изоляторы, мультиплексоры, усилители и т.д. Эффект ПМД необходимо учитывать по мере достижения высоких скоростей в оптическом канале связи. Также, в силу накопительного характера ПМД, ее негативное влияние усиливается с увеличением протяженности ВОСП. Кроме этого, влияние ПМД на качество линий

связи усиливается с ростом количества каналов (внедрение WDM систем на устаревшие линии). DGD и D_{PMD} – это параметры, измерения которых необходимо как при производстве оптического кабеля, так и по завершении его прокладки вследствие наличия большого количества уже проложенных ВОСП с неизвестной ПМД. На основании таких измерений можно принимать решения о возможности модернизации уже существующих ВОСП и оценивать предельную скорость передачи информации в проектируемых ВОСП и качество ВОСП в целом.

В Республике Беларусь действует межгосударственный стандарт ГОСТ 8.607-2012 [1] и технический кодекс установившейся практики ТКП 212-2010 (02140) [2], нормирующие требования к поверке (калибровке) средств измерений (СИ) ПМД в ВОСП и методы измерений ПМД в ВОСП. Более детально методы измерений ПМД в ВОСП изложены в международном стандарте IEC 60793-1-48:2007 [3] и рекомендациях Международной электротехнической комиссии [4, 5].

В соответствии с этими документами рекомендовано использовать три основных метода измерений ПМД в ОВ: метод фиксированного поляризатора, поляризационный и интерференционный методы. Все методы измерений ПМД в ВОСП предполагают применение перестраиваемых в достаточно широком спектральном диапазоне (от 50 до 200 нм) источников оптического излучения с управляемым одним или более состояниями поляризации оптического излучения. Методы различаются по волновым характеристикам источников излучения, измеряемым характеристикам, методам анализа результатов измерений.

В работе приводятся результаты анализа основных методов измерений ПМД в ОВ. Рассмотрены требования и технические средства для измерений ПМД в оптическом волокне. По результатам анализа основных схем измерений и рассмотрения их особенностей выбрана физическая схема построения национального эталона единицы ПМД в оптическом волокне.

1. ГОСТ 8.607-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений поляризационной модовой дисперсии в оптическом волокне.
2. ТКП 212-2010 (02140) Правила проведения измерений магистральных, внутризональных и местных волоконно-оптических линий передач.
3. IEC 60793-1-48:2007 Optical fibres – Part 1-48: Measurement methods and test procedures – Polarization mode dispersion.
4. ITU-T Recommendation G.652:2016 Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.
5. ITU-T Recommendation G.650.2:2015 Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable.