

# Новый класс многомодовых оптических волокон с диаметром сердцевины 100 мкм для компактных мультигигабитных сетей передачи данных разного назначения

А.В. Бурдин<sup>1,2,3,\*</sup>, В.А. Бурдин<sup>2</sup>, К.В. Дукельский<sup>1</sup>, О.Е. Наний<sup>4</sup>,  
Т.О. Базаров<sup>4</sup>, В.В. Демидов<sup>1</sup>, А.Е. Жуков<sup>2</sup>, Д.Д. Старых<sup>4</sup>

<sup>1</sup>АО "НПО ГОИ им. С.И. Вавилова"

<sup>2</sup>Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

<sup>3</sup>ООО "ОптоФайбер Лаб"

<sup>4</sup>ООО "Т8"

\*E-mail: bourdine@yandex.ru

DOI: 10.31868/RFL2020.136-137

В работе представлены результаты экспериментальных исследований параметров широкополосности и выполненной серии тестов по организации каналов передачи данных, проведенных для изготовленного опытного образца строительной длины нового класса многомодовых оптических волокон (ОВ), оптимизированных для совместной работы с когерентными источниками оптического излучения, с увеличенным до 100 мкм диаметром сердцевины при "традиционном" для телекоммуникационных ОВ диаметре оболочки 125 мкм протяженностью порядка 500 м. Благодаря успешно воспроизведенной при синтезе преформы ранее разработанной [1] специализированной форме градиентного профиля показателя преломления, для данных ОВ 100/125 достигается существенное снижение дифференциальной модовой задержки (ДМЗ) направляемых мод заданного порядка, по сравнению с известными коммерческими аналогами – многомодовыми ОВ 100/125 и 100/140 [2 – 4]. Полученные новые волоконные световоды в первую очередь, позиционируются как ОВ для мультигигабитных сетей передачи данных разного назначения бортовых и промышленных кабельных систем, для которых характерны экстремально агрессивные условия эксплуатации (вибрации, грязь и взвеси в воздухе, экстремально плотный монтаж и пр.) при достаточно малых протяженностях соединительных линий (десятки, в отдельных случаях – сотни и более метров). Вместе с тем, очевидны и потенциальные возможности применения такого класса волокон непосредственно в различных приложениях лазерной техники / лазерных систем.

Результаты измерений спектральной характеристики коэффициента затухания опытного образца строительной длины ОВ 100/125 приведены на Рис. 1: значения указанного параметра не превышают заявленные 7.0 дБ/км и 4.0 дБ/км на длинах волн 850 нм и 1300/1310 нм, соответственно. На следующем этапе были проведены измерения карты ДМЗ, выполненные в соответствии с ратифицированными стандартами TIA-455-220-A/FOTP-220 и ИЕС 60793-2-10. Последние предполагают поэтапное снятие (сканирование) полигона импульсных откликов маломодового оптического сигнала, вводимого в торец тестируемого многомодового ОВ через одномодовый согласующий световод сначала центрированно и далее с заданным прецизионным радиальным смещением относительно центра сердцевины. Результаты измерения при сканировании на вводе в диапазоне 0...25 мкм с интервалом 1 мкм, выполненные с помощью станции анализатора ДМЗ R2D2 [5] на рабочей длине волны  $\lambda=1310$  нм и исходной длительности  $\tau_{05}=340$  пс вводимого импульса квазигауссовой формы представлены на Рис. 2.

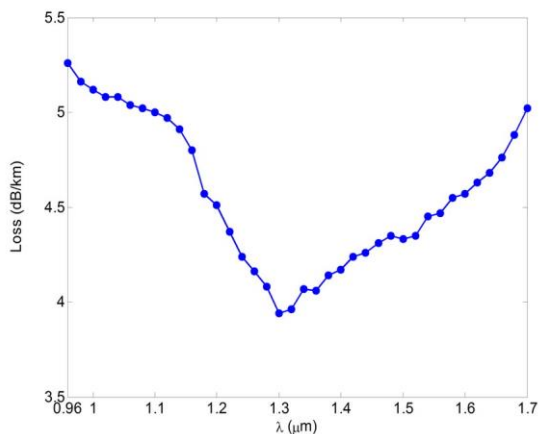


Рис. 1 – Спектральная характеристика коэффициента затухания образца #02 ОВ 100/125

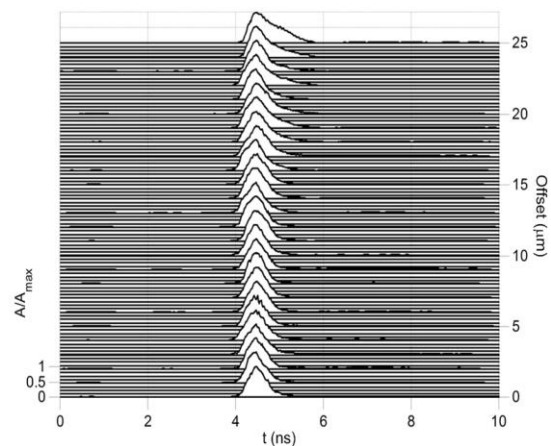


Рис. 2 – Результаты измерения карты ДМЗ ОВ 100/125 #02 при сканировании на вводе в интервале 0...25 мкм через 1 мкм ( $\lambda=1310$  нм)

Анализ полученной карты ДМЗ показывает, что на всем интервале сканирования торца исследуемого образца длины ОВ 100/125 огибающая оптического импульса сохраняет свою форму, сигнал не разделяется на отдельные компоненты. Таким образом, можно говорить о непосредственно об оценке дисперсии оптического сигнала на выходе тестируемого ОВ. Расчет последней для каждого импульсного отклика, полученного при соответствующих условиях ввода, проводился с помощью известной методики [6]. Согласно полученным данным, минимальная дисперсия импульса (150...175 пс) для исследуемого ОВ длиной ~500 м соответствует не только центрированному вводу, но и поддерживается даже при значительном радиальном рассогласовании вплоть до 10 мкм. При этом пороговое значение дисперсии многомодового ОВ указанной протяженности 500 м при организации каналов передачи данных, соответствующих спецификациям 1000Base-LX и 10GBase-LR стандартов IEEE 802.3z и 802.3ae, рассчитанное в соответствии с методикой [7], составляет 874.5 пс и 87.1 пс, что, в целом, свидетельствует о высоких потенциальных возможностях применения представленного нового класса многомодовых ОВ 100/125 для указанных приложений.

Вышесказанное подтвердили результаты проведенной серии тестов по организации каналов передачи данных с применением типовых коммерческих трансиверов спецификаций стандарта IEEE 802.3ae: разработанные ОВ 100/125 гарантированного поддерживают скорость передачи 10 Гбит/с на расстояние 300 м.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, DST, NSFC и NRF в рамках научного проекта № 19-57-80016 БРИКС\_т.

## Литература

- [1] A.V. Bourdine et al. *Photonics*, **5**(4), 37-1– 37-21 (2018)
- [2] Draka Communications. DrakaElite™ Graded-Index Multimode Optical Fiber (100/125 μm) (2020)
- [3] YOFC. Graded Index Multi-mode Fibre (GIMF). Product Catalog (2020)
- [4] Nufern. Multimode Fibers. Products (2020)
- [5] А.В. Бурдин, *Фотон-Экспресс*, **5-6(69-70)**, 20 – 22 (2008)
- [6] Дж. Гауэр, *Оптические системы связи*, М.: Радио и Связь (1989)
- [7] D. Cunningham et al. *IEEE 802.3z Task Force Presentation Materials*, **03** (1997)