

# СУЖЕНИЕ СПЕКТРА ГЕНЕРАЦИИ В 7-СЕРДЦЕВИННОМ УВ ВОЛОКОННОМ ЛАЗЕРЕ С МАССИВОМ ВБР, ЗАПИСАННЫМ ФС-ИМПУЛЬСАМИ

А.Г. Кузнецов<sup>1</sup>, А.А. Вольф<sup>1</sup>, О.Н. Егорова<sup>2</sup>, С.Л. Семенов<sup>2</sup>, А.В. Достовалов<sup>1</sup>,

Е.В. Подвиллов<sup>1</sup>, С.А. Бабин<sup>1</sup>

1- Институт автоматизации и электрометрии СО РАН 630090, г. Новосибирск;

2- Институт общей физики им. Прохорова РАН, г. Москва.

Многосердцевинные волокна (multicore fiber – MCF) в настоящее время рассматриваются как перспективные световоды для мощных волоконных лазеров/усилителей, которые могут помочь уменьшить влияние нелинейных эффектов, таких как самофокусировка пучка, модовая нестабильность, модуляционная неустойчивость, вынужденное комбинационное рассеяние и т.д. [1]. Используя известные методы когерентного сложения [2], генерируемые пучки могут быть эффективно объединены в один высококачественный выходной пучок. Необходимая фазово-временная синхронизация пучков разных сердцевин может быть реализована либо с помощью внешних оптических элементов, либо с помощью внутренней оптической связи между сердцевинами, что значительно уменьшает сложность управления системой. Вместе с возможностью использования общего источника (предпочтительно лазерного диода) для одновременной накачки всех сердцевин и встраивания элементов резонатора внутрь волокна, MCF с оптически связанными сердцевинами дают возможность создавать компактные полностью волоконные лазеры с высокой выходной мощностью, качеством пучка и стабильностью в непрерывном и импульсном режимах.

В данной работе нами методом поточечной фемтосекундной записи [3] сформирован массив высоко-отражающих волоконных брэгговских решеток (ВБР) индивидуально в каждой сердцевине 7-сердцевинного Ув волокна. Используя такой массив как плотное зеркало 7-сердцевинного волоконного резонатора, была получена лазерная генерация на длине волны 1064 нм в двух типах активных MCF с различным меядерным расстоянием: FORC 7C-YB#1 (без связи) и FORC 7C-YB#2 (со связью), см. рис. 1. При накачке в оболочку MCF многомодовым лазерным диодом мощностью до 50 Вт (длина волны 976 нм) лазеры с ВБР резонатором для обоих типов 7-сердцевинного волокна генерируют практически одинаковую выходную мощность (до 33 Вт), однако лазерные спектры ведут себя принципиально по-разному (рис. 2), т.к. генерация каждой сердцевин в этих двух случаях либо практически независима, либо сильно связана. Для изучения этого эффекта мы разработали аналитическую модель и провели ее экспериментальную проверку, выявив роль связи сердцевин и характеристик ВБР на режим генерации и его оптический спектр.

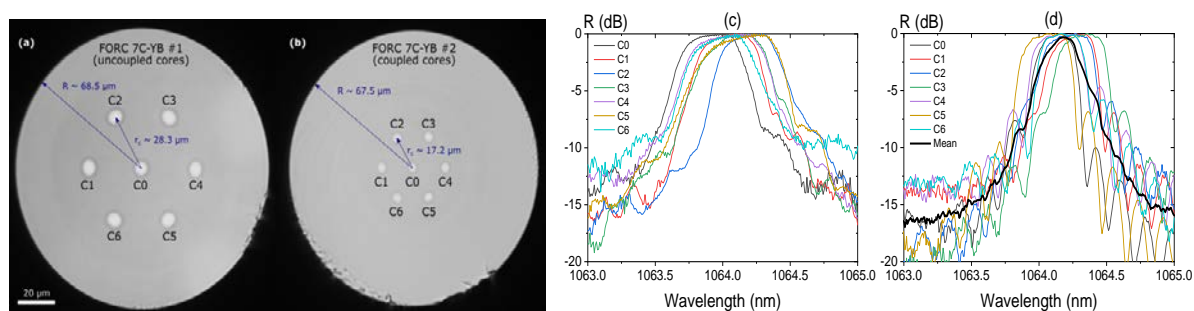


Рис. 1. Поперечное сечение исследуемых 7-сердцевинных Ув волокон двух типов: FORC 7C-YB#1 без связи (а) и FORC 7C-YB#2 со связью (б) и соответствующие спектры отражения ВБР в отдельных сердцевинах (с,д). Для FORC 7C-YB#2 также приведен средне-геометрический спектр отражения.

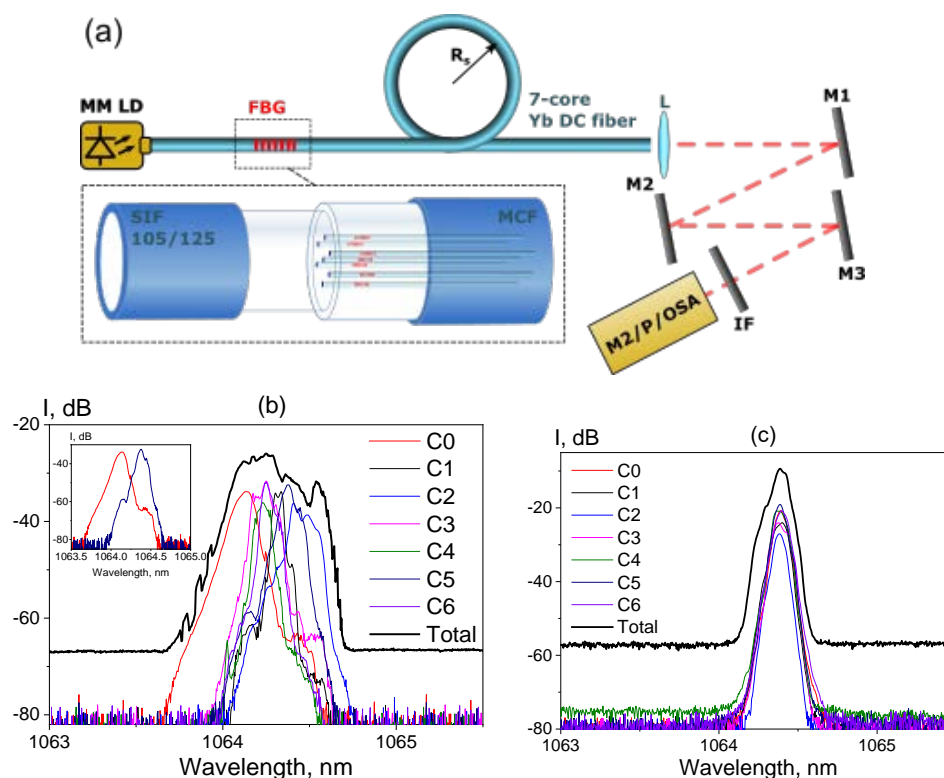


Рис. 2. (a) Схема многосердцевинного Yb-волоконного лазера; (b) спектры лазера при мощности  $\sim 10$  Вт для суммарного пучка и отдельных несвязанных сердцевин в FORC 7C-YB#1 (на вставке: C0,5); (c) спектры лазера при мощности  $\sim 10$  Вт для суммарного пучка и отдельных связанных сердцевин в FORC 7C-YB#2.

Детальное описание модели и ее сравнение с экспериментальными результатами, включая также измерения радиочастотных спектров биений интенсивности, будет представлено на конференции.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ (21-72-30024).

## Литература

- [1] C. Jauregui, J. Limpert, and A. Tünnermann, *Nature Photonics* **7**, 861–867 (2013).
- [2] A. A. Brignon, ed., *Coherent Laser Beam Combining* (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2013).
- [3] A. Wolf, A. Dostovalov, K. Bronnikov, M. Skvortsov, S. Wabnitz, and S. Babin, *Opto-Electronic Adv.* **5**, 210055 (2022).