

## Пространственная и спектральная локализация излучения в многосердцевинном волоконном лазере с резонатором на основе 3D массива брэгговских решеток

### Spatial and spectral localization of radiation in a multi-core fiber laser with a cavity based on a 3D Bragg grating array

Авторы: А.Г. Кузнецов<sup>1</sup>, А.А. Вольф<sup>1</sup>, М.И. Скворцов<sup>1</sup>, А.В. Достовалов<sup>1</sup>, Е.В. Подивилов<sup>1</sup>, С.А. Бабин<sup>1</sup>, О.Н. Егорова<sup>2</sup>, С.Л. Семенов<sup>2</sup> (ИЦВО ИОФ РАН)

<sup>1</sup>Институт автоматизации и электрометрии СО РАН (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск

<sup>2</sup>Научный центр волоконной оптики ИОФ РАН

Authors: A.G.Kuznetsov<sup>1</sup>, A.A.Wolf<sup>1</sup>, M.I.Skvortsov<sup>1</sup>, A.V.Dostovalov<sup>1</sup>, E.V.Podivilov<sup>1</sup>, S.A.Babin<sup>1</sup>, O.N.Egorova<sup>2</sup>, S.L.Semenov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Automation and Electrometry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Novosibirsk (IA&E SB RAS, Novosibirsk)

<sup>2</sup>FORC GPI RAS

Разработана технология фемтосекундной поточечной записи 3D массивов волоконных брэгговских решеток (ВБР) с заданным распределением [1]. В пассивном 7-сердцевинном световоде с резонатором на основе массива плотных ВБР накачка и внутрирезонаторная ВКР генерация распределяются между всеми (связанными) сердцевинами, а выходной пучок ВКР выходит из центральной сердцевины (рис. 1.3), т.е. получена пространственная локализация (сложение пучков). Выходной спектр сужен ( $<0.2$  нм при 5 Вт) из-за увеличенного поля моды в резонаторе и интерференции пучков, отраженных от разных ВБР [1].

В отсутствие оптической связи в 7-сердцевинном активном (Yb) световоде с массивом из 7 ВБР спектр генерации состоит из 7 независимых линий (рис. 1.4, a), тогда как в присутствии оптической связи сердцевин спектр коллапсирует в одну линию (рис. 1.4, b), т.е. обнаружена спектральная локализация пучков. Построенная модель показывает, что в этом случае происходит гибридизация супермод, а спектр генерации определяется среднегеометрическим спектром разных ВБР ( $\sim 0.1$  нм при 33 Вт), сужаясь с увеличением их разброса [2].

Таким образом предложен новый подход к управлению пространственно-спектральными характеристиками многосердцевинных волоконных лазеров, имеющий фундаментальную и практическую значимость.

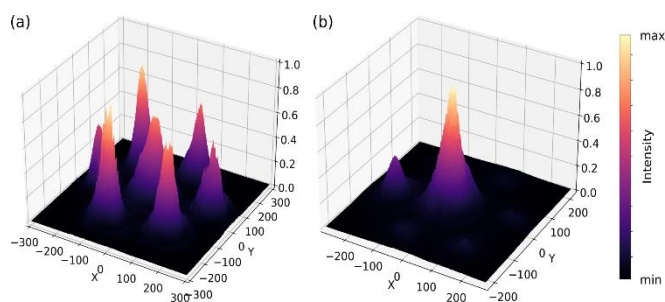
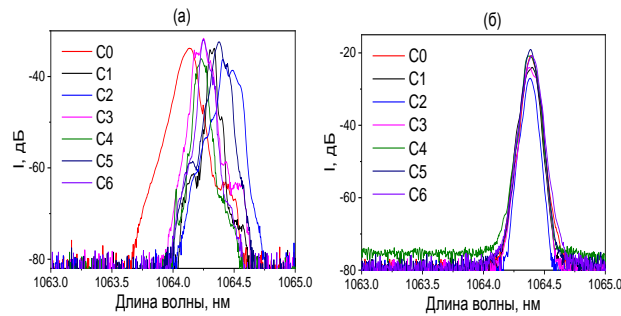


Рис. 1.3. Выходной пучок: до порога генерации (накачка) (a) и при 5 Вт ВКР-генерации (Стокс) (b)

Fig. 1.3. Output beam: up to the lasing threshold (pumping) (a) and at 5 W SRS lasing (Stokes) (b)



**Рис. 1.4.** Спектр генерации 7-сердцевинного Yb-лазера: без связи (а), со связью (б) сердцевин

**Fig. 1.4.** Generation spectrum of a 7-core Yb laser: without coupling (a), with coupling (b) of the cores

A technology has been developed for femtosecond point-by-point recording of 3D arrays of fiber Bragg gratings (FBGs) with a given distribution [1]. In a passive 7-core fiber with a resonator based on an array of high reflective FBGs, pumping and intracavity SRS generation are distributed among all (connected) cores, and the output SRS beam emerges from the central core (Fig. 1.3), i.e., spatial localization is obtained (beam addition). The output spectrum is narrowed ( $<0.2$  nm at 5 W) due to the increased mode field in the cavity and the interference of beams reflected from different FBGs [1].

In the absence of optical coupling in a 7-core active (Yb) fiber with an array of 7 FBGs, the generation spectrum consists of 7 independent lines (Fig. 1.4, a), while in the presence of optical coupling of the cores the spectrum collapses into one line (Fig. 1.4, b), i.e. spectral localization of the beams was discovered. The constructed model shows that in this case hybridization of supermodes occurs, and the generation spectrum is determined by the geometric mean spectrum of different FBGs ( $\sim 0.1$  nm at 33 W), narrowing as their spread increases [2].

Thus, a new approach to controlling the spatial-spectral characteristics of multi-core fiber lasers has been proposed, which has fundamental and practical significance.

#### Публикации/References:

1. Wolf A., Dostovalov A., Bronnikov K., Skvortsov M., Wabnitz S., and Babin S. Advances in femtosecond direct writing of fiber Bragg gratings in multicore fibers: technology, sensor and laser applications // Opto-Electronic Advances – 2022. – 5 (4). – P. 210055.
2. Kuznetsov A.G., Wolf A.A., Egorova O.N., Semjonov S.L., Dostovalov A.V., Podivilov E.V., Babin S.A. Spectrum collapse in a 7-core Yb-doped fiber laser with an array of fs-inscribed fiber Bragg gratings // Optics Letters. – 2023. – V. 48, № 13. – P. 3603–3606.