

**Волоконные лазеры с распределенной обратной связью на основе ВБР, созданных методом поточечной фемтосекундной записи**

**Distributed feedback fiber lasers based on femtosecond pulse written point-by-point fiber Bragg gratings**

*Авторы: Вольф А.А.<sup>1</sup>, Скворцов М.И.<sup>1</sup>, Достовалов А.В.<sup>1</sup>, Власов А.А.<sup>1</sup>, Абдуллина С.Р.<sup>1</sup>, Распопин К.С.<sup>1</sup>, Парыгин А.В.<sup>1</sup>, Бабин С.А.<sup>1</sup>, Камынин В.А.<sup>2</sup>, Цветков В.Б.<sup>2</sup>, Егорова О.Н.<sup>2</sup>, Семёнов С.Л.<sup>2</sup>*

*Authors: Wolf A.A.<sup>1</sup>, Skvortsov M.I.<sup>1</sup>, Dostovalov A.V.<sup>1</sup>, Vlasov A.A.<sup>1</sup>, Abdullina S.R.<sup>1</sup>, Raspopin K.S.<sup>1</sup>, Parygin A.V.<sup>1</sup>, Babin S.A.<sup>1</sup>, Kamynin V.A.<sup>2</sup>, Tsvetkov V.B.<sup>2</sup>, Egorova O.N.<sup>2</sup>, Semjonov S.L.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск (ИАуЭ СО РАН, Новосибирск)*

<sup>2</sup>*Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, г. Москва*

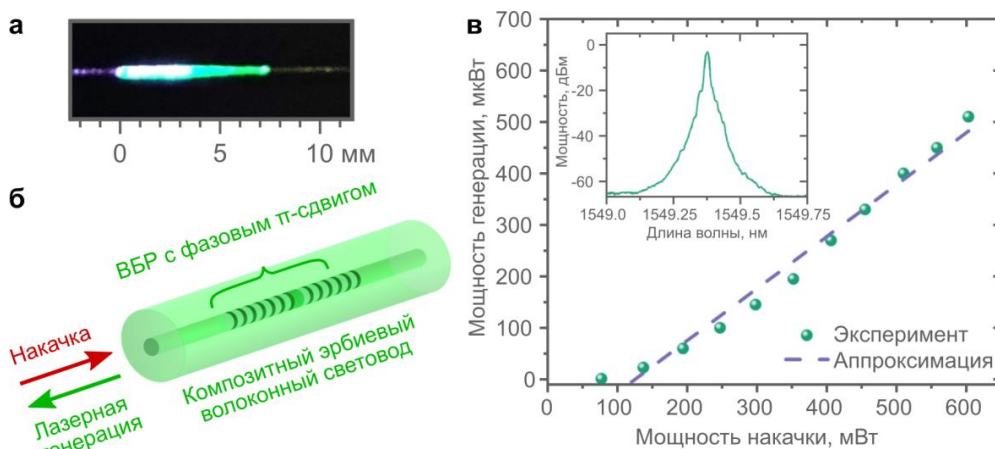
<sup>1</sup>*Institute of Automation and Electrometry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk (IA&E SB RAS)*

<sup>2</sup>*Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow (GPI RAS)*

Разработан новый метод формирования фазовых сдвигов произвольной величины в структуре волоконной брэгговской решетки (ВБР) при поточечной фемтосекундной записи [1]. Ключевым преимуществом метода является возможность модификации показателя преломления в нефоточувствительных волоконных световодах (ВС). Метод позволил изготовить высококачественные резонаторы волоконных лазеров с распределенной обратной связью (РОС-лазеров) на основе различных активных сред. Исследованы особенности режимов генерации созданных РОС-лазеров. В частности, показано, что генерация РОС-лазера на основе ВБР с фазовым сдвигом в эрбиевом волоконном световоде происходит исключительно для одной поляризационной моды [2]. Впервые продемонстрирован полностью волоконный гольмиевый РОС-лазер с длиной волны генерации 2.07 мкм [3]. С использованием нового композитного эрбиевого ВС разработки ИОФ РАН (г. Москва) получена генерация в рекордно коротком резонаторе длиной 5.3 мм (рис. 1.3) [4]. Созданные образцы РОС-лазеров являются перспективными источниками для ряда приложений: компактные высокочувствительные датчики физических величин, оптические линии связи, задающие источники для высококогерентных лазерных систем.

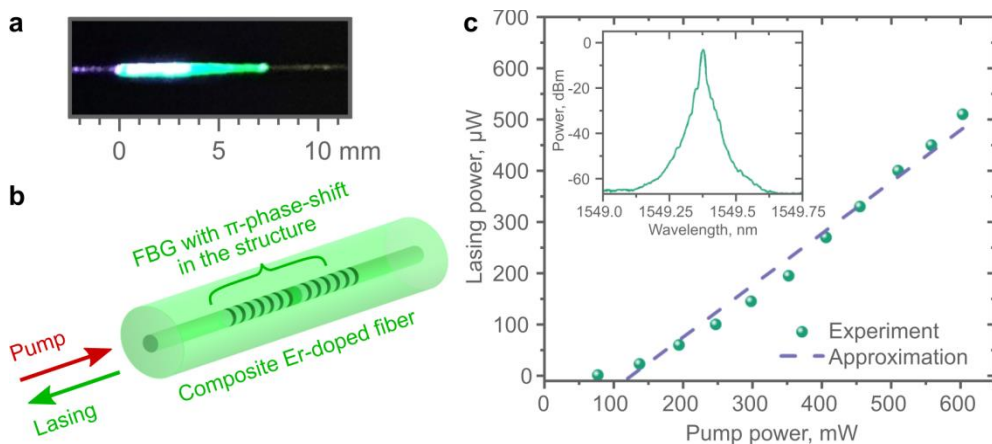
A new method was developed for the introduction of phase shifts of predefined magnitude into the structure of a femtosecond pulse written fiber Bragg grating (FBG) [1]. The key advantage of the method is the ability to modify the refractive index in non-photosensitive optical fibers. The method made it possible to develop high-quality distributed feedback fiber lasers (DFB lasers) based on various active media. The features of the lasing regimes of the developed DFB lasers were investigated. In particular, it was shown that DFB lasing in an erbium-doped fiber occurs exclusively for one polarization mode [2]. An all-fiber holmium DFB laser with a lasing wavelength of 2.07 μm was demonstrat-

ed for the first time [3]. With the use of a new composite erbium fiber developed by GPI RAS (Moscow), lasing was obtained in a record-breaking short cavity with a length of 5.3 mm (Fig. 1.3) [4]. The developed DFB lasers are promising sources for a number of applications: highly sensitive compact sensors of physical quantities, optical communication lines, and seed sources for highly coherent laser systems.



**Рис.1.3.** РОС-лазер на основе композитного эрбиевого ВС:

*a* - фотография резонатора, *б* – схема накачки резонатора, *в* – зависимость выходной мощности от мощности накачки (на вставке – оптический спектр генерации при максимальной выходной мощности)



**Fig. 1.3.** DFB laser based on a composite erbium fiber: *a* – microphotograph of the cavity, *b* – scheme of the laser cavity pumping, *c* – laser output power versus the pump power (inset: optical spectrum of lasing at the maximum output power)

### Публикации/References:

1. Wolf A., Dostovalov A., Skvortsov M., Raspopin K., Parygin A., Babin S. Femtosecond-pulse inscription of fiber Bragg gratings with single or multiple phase-shifts in the structure // Opt. Laser Technol. – 2018.– Vol. 101. – P. 202–207.
2. Skvortsov M. I., Wolf A.A., Dostovalov A.V., Vlasov A.A., Akulov V.A., Babin S.A. Distributed feedback fiber laser based on a fiber Bragg grating inscribed using the femtosecond point-by-point technique // Laser Phys. Lett. – 2018. – Vol. 15, № 3. – P. 035103.

3. Wolf A.A., Skvortsov M.I., Kamynin V.A., Zhluktova I.V., Abdullina S.R., Dostovalov A.V., Tsvetkov V.B., Babin S.A. All-fiber holmium distributed feedback laser at  $2.07 \mu\text{m}$  // Opt. Lett. – 2019. – Vol. 44, № 15. – P. 3781.
4. Skvortsov M.I., Wolf A.A., Vlasov A.A., Proskurina K.V., Dostovalov A.V., Egorova O.N., Galagan B.I., Sverchkov S.E., Denker B.I., Semjonov S.L., Babin S.A. Advanced distributed feedback lasers based on composite fiber heavily doped with erbium ions // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10, is. 1. – P. 14487. – DOI 10.1038/s41598-020-71432-w.