

## Фемтосекундная запись волоконных брэгговских решеток в многосердцевинных волоконных световодах для сенсорных и лазерных применений

### Femtosecond writing of fiber Bragg gratings in multicore fibers for sensor and laser applications

Авторы: Вольф А.А., Достовалов А.В., Скворцов М.И., Бронников К.А., Абдуллина С.Р., Лобач И.А., Власов А.А., Бабин С.А. (совместно с НГУ и НЦВО РАН)

Authors: Wolf A.A., Dostovalov A.V., Skvortsov M.I., Bronnikov K.A., Abdullina S.R., Lobach I.A., Vlasov A.A., Babin S.A. (in cooperation with NSU and FORC RAS)

Разработан метод записи однородных и неоднородных волоконных брэгговских решеток (ВБР) в выбранных сердцевинах многосердцевинных волоконных световодов (МВС) с помощью фемтосекундного (фс) лазерного излучения. На основе массива ВБР в 7-сердцевинном МВС был создан датчик, который позволяет восстановить трехмерную форму волоконного световода с высокой точностью. На основе 2-сердцевинного волоконного световода с перекрестной связью между сердцевинами были реализованы новые схемы волоконных ВКР-лазеров. Показано, что в резонаторе с ВБР, записанной в одной из сердцевины, происходит значительное сужение линии лазерной генерации, по сравнению с широкополосным кольцевым зеркалом. В резонаторе с парой ВБР, записанных в разных сердцевинах, получена многоволновая генерация.

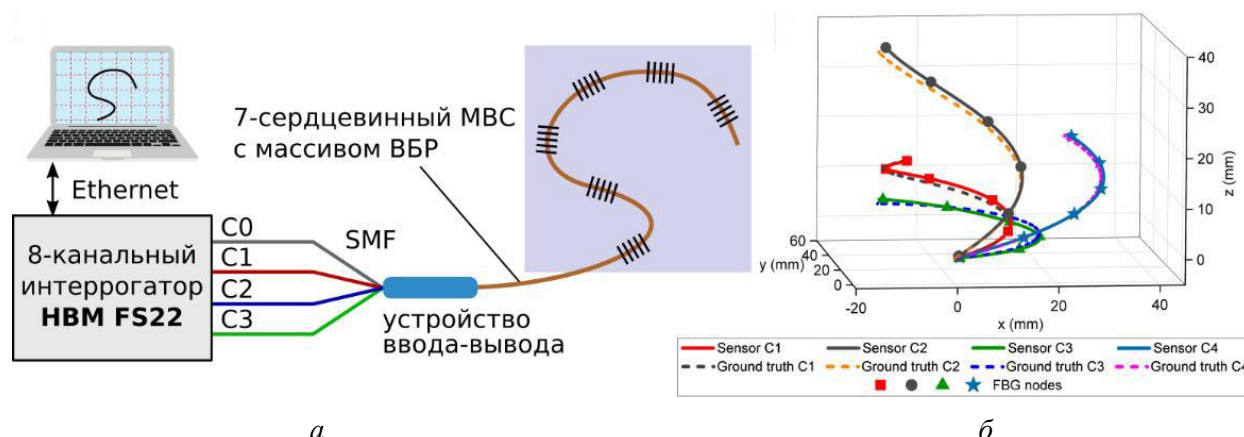


Схема измерения формы МВС с помощью массива ВБР (а) и результат восстановления формы разных форм МВС (б)

Scheme for measuring the MCF shape using an FBG array (a) and result of reconstructing different shapes of the MCF (b)

A method was developed for writing uniform and non-uniform fiber Bragg gratings (FBGs) in selected cores of multicore fibers (MCFs) using femtosecond (fs) laser radiation. Based on the FBG array in a 7-core MCF, a sensor was fabricated, allowing for reconstructing a three-dimensional shape of the optical fiber with high accuracy. Based on a 2-core fiber with cross-coupling between the cores, new schemes of fiber Raman lasers were implemented. It was shown that significant narrowing of the lasing line occurs in a resonator with FBG written in one of the cores, as compared to a broadband ring mirror. In a resonator with a pair of FBGs written in different cores, multiwave lasing was obtained.

#### Публикации:

1. Yakushin S.S., Wolf A.A., Dostovalov A.V., Skvortsov M.I., Wabnitz S., Babin S.A. A study of bending effect on the femtosecond-pulse inscribed fiber Bragg gratings in a dual-core fiber // Optical fiber technology. – 2018. – Vol. 43. – P 101–105. – DOI 10.1016/j.yofte.2018.04.001.
2. Wolf A.A., Dostovalov A.V., Wabnitz S., Babin S.A. Femtosecond writing of refractive index structures in multi-mode and multicore fibres // Quantum Electronics. – 2018. – Vol. 48, № 12. – P. 1128–1131.

3. Skvortsov M.I., Abdullina S.R., Wolf A.A., Lobach I.A., Dostovalov A.V., Babin S.A. Narrowband Raman fibre laser based on a dual-core optical fibre with FBGs inscribed by femtosecond radiation // *Quantum Electronics*. – 2018. – Vol. 48, № 12. – P. 1089–1094.
4. Wolf A.A., Bronnikov K., Yakushin S., Dostovalov A.V., Zhuravlev S., Salganskii M., Egorova O., Semjonov S., Babin S. A. Femtosecond point-by-point inscription of 3D FBG arrays in 7-core fibers with straight and twisted cores // *Proceedings SPIE: Vol. 11199 : VII European Workshop on Optical Fibre Sensors / Limassol, Cyprus (October 1–4, 2019)*. – 2019. – P. 1119934. – DOI 10.1117/12.2540925.
5. Wolf A.A., Dostovalov A.V., Bronnikov K., Babin S.A. Arrays of fiber Bragg gratings selectively inscribed in different cores of 7-core spun optical fiber by IR femtosecond laser pulses // *Optics Express*. – 2019. – Vol. 27, is. 10. – P. 13978–13990. – DOI 10.1364/OE.27.013978.
6. Wolf A.A., Dostovalov A.V., Bronnikov K.A., Babin S.A. Direct core-selective inscription of Bragg grating structures in seven-core optical fibers by femtosecond laser pulses // *Proceedings of SPIE: Vol. 11029: Micro-structured and specialty optical fibers VI*. – 2019. – P. 11029OE. – DOI 10.1117/12.2522248.
7. Skvortsov M.I., Abdullina S.R., Wolf A.A., Dostovalov A.V., Vlasov A.A., Lobach I.A., Wabnitz S., Babin S.A. Random Raman fiber laser based on a twin-core fiber with FBGs inscribed by femtosecond radiation // *Optics letters*. – 2019. – Vol. 44, is. 2. – P. 295–298. – DOI 10.1364/OL.44.000295.
8. Вольф А.А., Достовалов А.В., Семенов С.Л., Журавлев С.Г., Салганский М.Ю., Егорова О.Н. Создание однородных и неоднородных ВБР в 7-сердцевинном волоконном световоде методом фемтосекундной поточечной записи // *Прикладная фотоника*. – 2019. – Т. 6, № 1/2. – С. 47–58. – DOI 10.15593/2411–4367/2019.1–2.05.
9. Bronnikov K.A., Wolf A.A., Yakushin S., Dostovalov A.V., Egorova O., Zhuravlev S., Semjonov S., Wabnitz S., Babin S.A. Durable shape sensor based on FBG array inscribed in polyimide-coated multicore optical fiber // *Optics Express*. – 2019. – Vol. 27, is. 26. – P. 38421–38434. – DOI 10.1364/OE.380816.