

5-мм лазер с распределенной обратной связью на основе композитного Er^{3+} волоконного световода

М.И. Скворцов¹, А.А. Вольф¹, А.А. Власов¹, К.В. Проскурина¹,
А.В. Достовалов¹, О.Н. Егорова², Б.И. Галаган², С.Е. Сверчков²,
Б.И. Денкер², С.Л. Семенов³, С.А. Бабин¹

¹Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск, Россия

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия

³Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Научный центр волоконной оптики
им Е.М. Дианова, Москва, Россия

*E-mail: qwertymikhails@gmail.com

DOI: 10.31868/RFL2020.68-69

Благодаря высокой стабильности выходного одночастотного излучения, низкому уровню шума (отношение сигнал-шум >70 дБ, относительный шум интенсивности <-100 дБ/Гц), узкой линии генерации (<10 кГц), волоконные лазеры с распределенной обратной связью (РОС-лазеры) имеют широкий диапазон применения: от спектроскопии [1] до сенсорных систем [2]. Типичная длина резонатора волоконного РОС-лазера составляет несколько сантиметров [3], что усложняет его изготовление и ограничивает область применений. В работе [4] были представлены Er/Yb -лазеры на основе 8,4 мм резонатора с распределенными брэгговскими отражателями (РБО-лазер), кроме того, был продемонстрирован массив из 8 подобных лазеров. В то же время, РОС-лазеры с коротким резонатором актуальны для сенсорных применений, так как имеют ряд преимуществ перед РБО-лазерами, и могут применяться в массиве в качестве точечных датчиков. На данный момент рекордно короткие волоконные РОС-лазеры имеют длину резонатора – 16 мм для Yb^{3+} световода [5], и 20 мм для Er^{3+} световода [6]. Основной проблемой использования высоколегированных световодов для изготовления коротких резонаторов является высокое содержание кластеров активных ионов, что, в свою очередь, приводит к импульсному режиму генерации.

В данной работе представлен РОС-лазер на основе композитного волоконного световода с высокой концентрацией Er^{3+} в состав которого были добавлены оксид фосфора и оксид алюминия для подавления эффекта кластеризации [7]. Поскольку световод имеет низкую фоточувствительность к УФ излучению, для изготовления резонатора РОС-лазера была применена фемтосекундная технология записи, которая широко используется при модификации нефоточувствительных материалов [8]. С помощью данной методики был изготовлен РОС-лазер с рекордно короткой длиной резонатора 5,3 мм, для которого непрерывная генерация на длине волны 1550 нм наблюдалась вблизи пороговой мощности.

В спектре генерации наблюдалась одна поляризационная мода, что является особенностью резонаторов, изготовленных с применением фемтосекундной технологии [9]. Порог генерации достигался при относительно высокой мощности накачки ≈ 75 мВт, в данном случае это связано с малым временем жизни атома на метастабильном уровне (3,5 мс). Тем не менее, полученная эффективность ($\eta \approx 0,1\%$) сопоставима с эффективностью РОС-лазеров, имеющими длину на порядок больше. Измеренная спектральная ширина линии генерации и относительный шум интенсивности РОС-лазера составили 3.5 кГц и -95 дБ/Гц, соответственно.

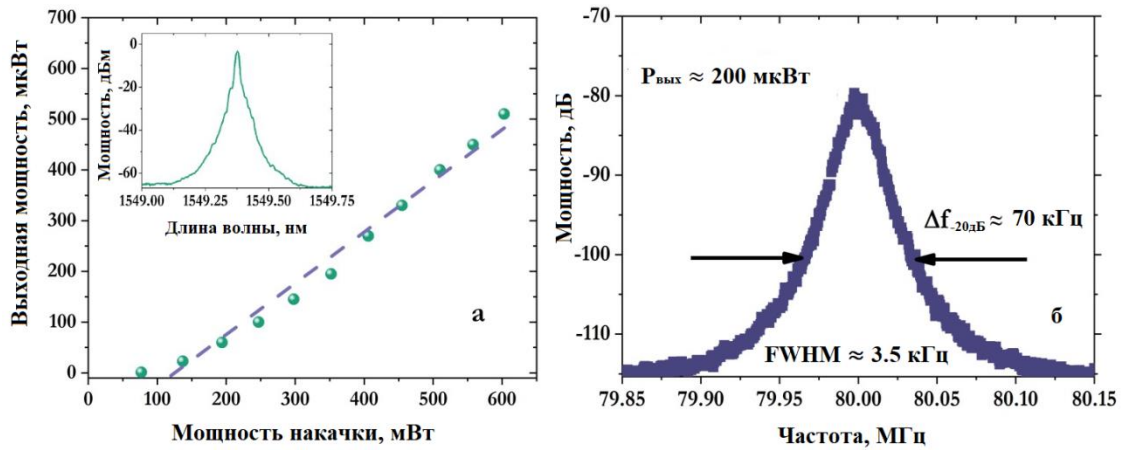


Рис. 1. а) Зависимость выходной мощности 5-мм РОС-лазера от мощности накачки (на вставке: спектр генерации), б) радиочастотный спектр биения, измеренный при выходной мощности ≈ 200 мВт.

В докладе будет подробно рассказано о деталях эксперимента, а также продемонстрированы спектральные и мощностные характеристики 40-мм РОС-лазера, изготовленного в композитном Er^{3+} световоде с применением УФ излучения. Будут обсуждаться потенциальные применения таких источников.

Данная работа поддержана Государственным бюджетом Российской Федерации (проект ИАиЭ №ААААА17-117062110026-3).

Литература

- [1] S. Persijn, F. Harren et al, *Appl. Phys. B* **100**, 383–390 (2010)
- [2] W. Huang, W. Zhang et al, and F. Li, *Sensors* **13**, 14041–14054 (2013)
- [3] G. A. Cranch, G. M. Flockhart et al, *IEEE Sens. J.* **8**, 1161–1172 (2008)
- [4] Y. Zhang, B.O. Guan et al, *Opt. Express* **17**, 10050 (2009)
- [5] O.V. Butov et al, *J. Opt. Soc. Am. B* **34**, 43–48 (2017)
- [6] O.V. Butov et al, *2017 Progress In Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS)*, 1594–1597 (2017)
- [7] B.I. Denker et al, *J. Opt. Soc. Am. B* **36**, 2705 (2019)
- [8] A. Wolf, A. Dostovalov et al, *Opt. Laser Technol.* **101**, 202–207 (2018)
- [9] M. . Skvortsov, A.A. Wolf et al, *Laser Phys. Lett.* **15**, 035103 (2018)