

# Особенности генерации волоконных лазеров с распределенной обратной связью с коротким резонатором

А.М. Смирнов<sup>1,\*</sup>, А.П. Базакуца<sup>1</sup>, О.В. Бутов<sup>1</sup>

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

\*E-mail: [alsmir1988@mail.ru](mailto:alsmir1988@mail.ru)

DOI:10.31868/RFL2018.61-62

В работе представлено исследование особенностей генерации волоконного лазера с распределенной обратной связью (РОС-лазера) на основе высоколегированного эрбием волоконного световода. Заготовка для световода была синтезирована с помощью плазмохимической технологии SPCVD, благодаря чему удалось получить высокую концентрацию оксида эрбия в стекле (на уровне 0,3 мол.%  $\text{Er}_2\text{O}_3$ ) с минимальным уровнем его кластеризации. Дополнительно сердцевина световода была легирована алюминием. Спектр поглощения световода приведен на Рис.1. Уровень поглощения на характерных длинах волн 980 нм и 1530 нм составил 80 дБ/м и 180 дБ/м, соответственно. Важно отметить отсутствие ионов иттербия в сетке стекла сердцевины, которые дополнительно легируют стекло для повышения эффективности накачки эрбиевых лазеров [1]. Высокая концентрация редкоземельных элементов наряду с малым уровнем кластеризации важна для создания волоконных лазеров с коротким резонатором, в том числе, РОС-лазеров [2,3]. В данной работе были исследованы режимы работы РОС-лазера с резонатором длиной 50 мм. Накачка лазера осуществлялась непосредственно в сердцевину волокна, легированную эрбием, на длине волны 976 нм (Рис.2), лазер при этом работал в импульсном режиме. Для повышения эффективности накачки лазера был использован дополнительный рефлектор на выходе резонатора в виде брэгговской решетки, которая отражала непоглощенную энергию накачки обратно в резонатор.

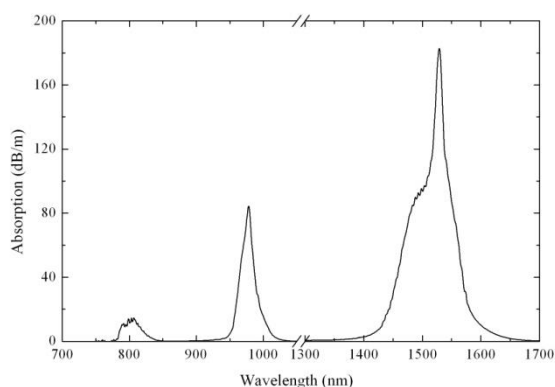


Рис.1. Спектр поглощения активного волокна.

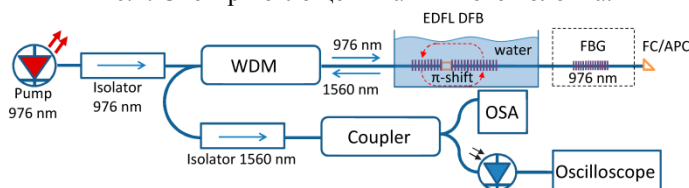


Рис.2. Схема экспериментальной установки для исследования режима генерации РОС-лазера.

Полученная в эксперименте импульсная генерация РОС-лазера при разных значениях мощности накачки показана на Рис. 3а. Частота следования импульсов, а также их длительность зависят от интенсивности накачки и наличия дополнительного рефлектора в схеме лазера. Максимальная частота 700 кГц и пиковая мощность 0,7 W (интенсивность 1,4 MW/cm<sup>2</sup>) наблюдались при максимальной мощности накачки 620 мВт при использовании дополнительной брэгговской решетки, отражающей непоглощенную энергию накачки обратно в резонатор. При этом длительность импульса сокращалась до 71 нс. Зависимость частоты следования импульсов и их длительности от мощности накачки приведены на Рис. 3б.

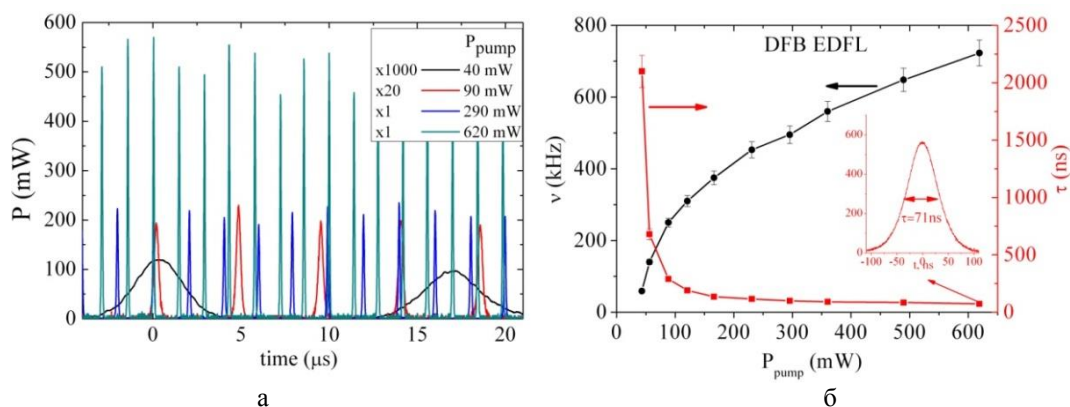


Рис.3. а) Режимы генерации РОС-лазера в зависимости от мощности накачки. б) Зависимость частоты следования импульсов и длительности импульсов от мощности накачки.

Импульсный режим работы эрбиевых волоконных лазеров хорошо известен [4,5]. Ранее было показано [4], что возникновение импульсного режима обусловлено кластеризацией – существованием близкорасположенных пар ионов Er<sup>3+</sup> в сильнолегированной усиливающей среде. В этих парах существует процесс ап-конверсии, сводящийся к появлению сильного поглощения, возникающего при возбуждении обоих ионов в паре. В результате возникает поглощение, зависящее от населенностей уровней. В работах [4,6] показано, что в результате возникает пассивная модуляция добротности [7] благодаря чему развивается режим импульсной генерации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 17-07-01388).

## Литература

- [1] J.T. Kringlebow, J.-L. Archambault, *et al.*, *Opt. Lett.* **19**(24), 2101-2103 (1994).
- [2] Oleg V. Butov, Andrey A. Rybaltovsky *et al.*, *JOSA B*, **34**(3), A43-A48 (2017)
- [3] O.V. Butov, A.A. Rybaltovsky *et al.*, Spring PIERS, St Petersburg, Russia, 1594 - 1597, (2017)
- [4] F. Sanchez, P.L. Boudec *et al.*, *Phys. Rev. A.*, **48**(3), 2220-2229 (1993).
- [5] M I Skvortsov, A A Wolf *et al.*, *Laser Phys. Lett.* **15** 035103 (2018)
- [6] F. Sanchez and G. Stephan, *Phys. Rev. E* **53**(3), 2110-2122 (1996)
- [7] Svelto O., *Principles of lasers*, Springer, pp.648 (2009)