

Сравнение режимов синхронизации мод в гольмиевом волоконном лазере

С.А. Филатова^{1,*}, В.А. Камынин¹, Н.Р. Арутюнян^{1,2}, А.С. Пожаров¹,
Е.Д. Образцова^{1,3}, В.Б. Цветков^{1,2}

¹Институт общей физики имени А. М. Прохорова Российской академии наук, ИОФ РАН

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

³Московский физико-технический институт (государственный университет), МФТИ

*E-mail: filmsim2910@gmail.com

DOI:10.31868/RFL2018.158-159

Много внимания уделяется исследованию и развитию волоконных лазеров, генерирующих ультракороткое излучение в спектральном диапазоне более 2 мкм. Интерес к этим источникам обусловлен широкой областью их возможных применений [1]. Для достижения больших длин волн в двухмикронном диапазоне в качестве активной среды используют волокна, легированные ионами гольмия [2]. Режим синхронизации мод в импульсных гольмиевых волоконных лазерах в основном реализован за счет медленных насыщающихся поглотителей, таких как: углеродные нанотрубки [3], графен [4], самопросветляющиеся зеркала (SESAM) [5]. Однако, исходя из работ, посвященных эрбиевым и тулиевым волоконным лазерам, для достижения самозапуска лазера и стабильной генерации коротких импульсов следует использовать гибридную синхронизацию мод, основанную на совместном использовании медленного насыщающегося поглотителя и быстрого поглотителя, основанного на нелинейном эффекте Керра [6].

В данной работе мы сравниваем режимы синхронизации мод в гольмиевом волоконном лазере, основанные на нелинейном вращении плоскости поляризации (НВП) [7], и на совместном действии НВП и насыщающегося поглотителя на основе одностенных углеродных нанотрубок.

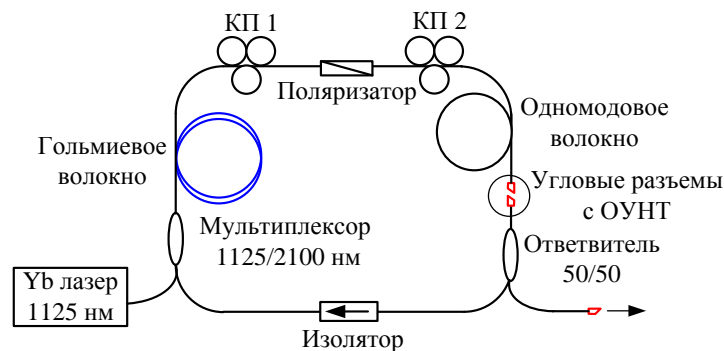


Рис.1 Схема гольмиевого волоконного лазера с гибридной синхронизацией мод. КП 1,2 – контроллеры поляризации, ОУНТ – одностенные углеродные нанотрубки.

На Рис. 1 представлена оптическая схема гольмиевого волоконного лазера с гибридной синхронизацией мод. Накачка гольмиевого лазера осуществлялась непрерывным излучением от иттербиевого волоконного лазера на длине волны 1125 нм через мультиплексор 1125/2100 нм. Кольцевой резонатор, длиной около 20 м состоял из гольмиевого волокна, длиной около 6 м, и одномодового волокна Corning SM-332. Волоконный поляризатор и пара контроллеров поляризации помещались между активным и одномодовым волокном для формирования НВП. В качестве медленного насыщающегося поглотителя использовались

одностенные углеродные нанотрубки (ОУНТ), нанесенные на полимерную пленку, которая фиксировалась между двумя угловыми разъемами. Волоконный ответвитель 50/50 использовался в качестве вывода лазерного излучения. Схема гольмиевого лазера с синхронизацией мод за счет НВПП отличалась лишь отсутствием пленки с ОУНТ между оптическими разъемами.

На Рис. 2 представлены спектры излучения гольмиевых волоконных лазеров при разных режимах синхронизации мод. Спектры имеют типичную форму для солитонного режима работы лазеров, соответствующего аномальной внутрирезонаторной дисперсии. Из Рис. 2 видно, что центральные длины волн и ширина спектров на полувысоте отличаются.

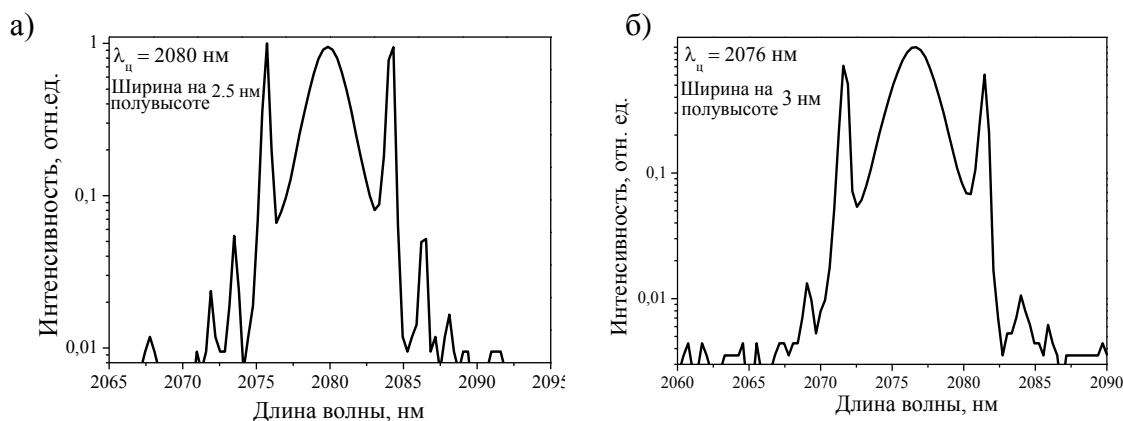


Рис. 2 Спектры излучения гольмиевых волоконных лазеров: а) с синхронизацией мод на основе НВПП, б) с гибридной синхронизацией мод на основе НВПП и ОУНТ.

В работе проведено сравнение различных режимов синхронизации мод (на основе НВПП, а также на основе НВПП и ОУНТ) в гольмиевом волоконном лазере. Проведено сравнение спектральных и временных параметров лазерного излучения, а также изучен вопрос стабильности лазерной генерации.

Работа выполнена при поддержке Президиума Российской Академии Наук в рамках программы фундаментальных исследований № I.7 «Актуальные проблемы фотоники, зондирование неоднородных сред и материалов».

Литература

- [1] K. Scholle, S. Lamrini et al., in *Frontiers in Guided Wave Optics and Optoelectronics*, Bishnu Pal, ed., 471-500 (InTech, 2010);
- [2] A. Hemming, N. Simakov et al., *Optical Fiber Technology* **20(6)**, 621-630 (2014);
- [3] A.Y. Chamorovski, A.V. Marakulin et al., *Laser Phys. Lett.* **9(8)**, 602–606 (2012);
- [4] J. Sotor, M. Sobon et al., *Optics letters* **41.11**, 2592-2595 (2016);
- [5] N. Tolstik, E. Sorokin et al., in *Mid-Infrared Coherent Sources* (pp. MM6C-4), Optical Society of America (2016);
- [6] M.A. Chernysheva, A.A. Krylov et al., *IEEE journal of selected topics in quantum electronics* **20(5)**, 425-432 (2014);
- [7] S.A. Filatova, V.A. Kamynin et al., *Laser Physics Letters* **13(11)**, 115103 (2016).