

Генерация одиночных и многосолитонных импульсов в кольцевом волоконном лазере

А.В. Судьин^{1,*}, И.А. Волков¹, С.Н. Ушаков^{1,2}, К.Н. Нищев¹

¹Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

²Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

*E-mail: aleksandr.sudin1999@mail.ru

DOI:10.31868/RFL.2024.162-163

Волоконные лазеры с синхронизацией мод на основе нелинейного вращения плоскости поляризации обладают большим количеством степеней свободы, что позволяет получать генерацию импульсов различных видов, таких как солитонные молекулы, солитонные кристаллы и т.д. [1]. Генерация одиночных и многосолитонных импульсов в волоконном лазере зависит как от мощности накачки, так и параметров дисперсии и поляризации в резонаторе [2]. Актуальность исследований обусловлена выявлением причин возникновения многоимпульсных солитонных состояний и условий их поддержания для потенциальных применений в различных областях науки и техники. В настоящей работе мы представляем результаты исследования генерации одиночных и многосолитонных импульсов в кольцевом волоконном лазере с самосинхронизацией мод.

Схема волоконного лазерного источника представлена на рис. 1. Синхронизация мод достигается за счет регулировки параметров мощности накачки и положения контроллеров поляризации (КП1 и КП2). Общая длина резонатора составляет 46,5 м, а частота повторения импульсов – 4,48 МГц. Выходные характеристики лазерного излучения регистрировались анализатором оптического спектра Yokogawa AQ6370C и осциллографом GWINSTEK GDS-3000 (500МГц).

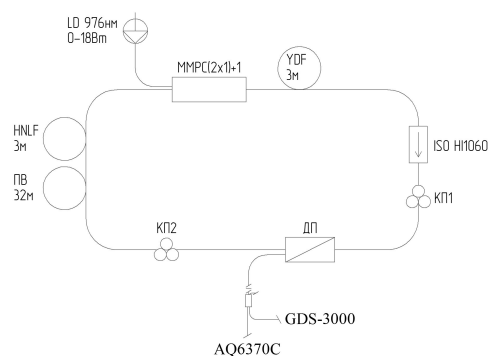


Рис. 1. Схема волоконного лазерного источника.

Минимальный ток накачки, при котором достигается синхронизация мод, составляет 1.46 Вт. Изменяя мощность накачки и положения контроллеров поляризации, можно генерировать одиночные и многосолитонные импульсы. На рис. 2 представлены осциллограммы и оптические спектры одно- и двухсолитонных импульсов. Они были получены при одинаковом положении контроллеров поляризации, а отличались только мощностью накачки. Односолитонный импульсный режим достигался при мощности накачки 1.66 Вт. На оптическом спектре можно заметить непрерывную составляющую излучения на длине волны 1071.9 нм, при этом центральная длина волны составляет 1081,4 нм. Увеличение мощности накачки также приводит к появлению нестабильных

переходных солитонных импульсов. При достижении мощности накачки 2.45 Вт происходит генерация непереходного двухсолитонного импульсного состояния. Длительность между импульсами составляет 2 нс. При этом оптический спектр стал шире, а центральная длина волны сдвинулась на 1077.6 нм.

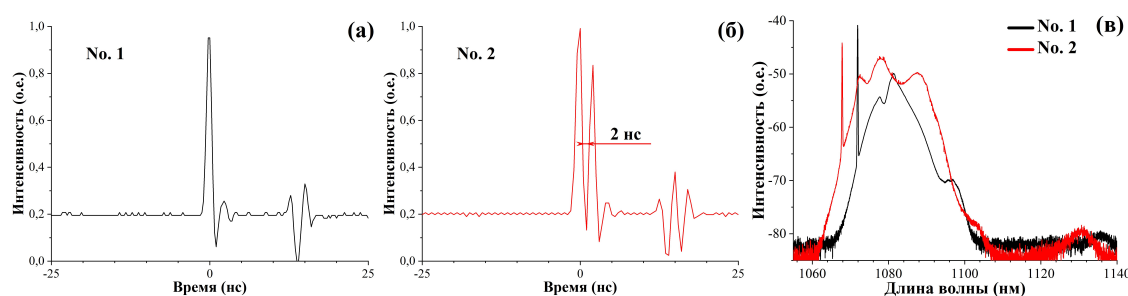


Рис. 2. Осциллограммы одно- (а) и двухсолитонного (б) импульсов и их оптические спектры (в).

Последующее увеличение мощности накачки приводит к дестабилизации выходного излучения. Однако, при мощности накачки 2.84 Вт и точной регулировке контроллеров поляризации удалось получить два трехсолитонных импульсных состояния с отличающимися оптическими спектрами (рис. 3). В обоих случаях длительность между импульсами составляла 21.5 нс. Из их оптических спектров (рис. 3в) можно заметить, что центральные длины волн смещены друг относительно друга и у одного из трехсолитонных импульсных состояний появляется дополнительный пик интенсивности на длине волны 1090.6 нм. При этом, появление пика в длинноволновой области обусловлено именно изменением положения контроллеров поляризации, и он может появляться в одно- и двухсолитонных состояниях. Это может говорить о том, что причиной его возникновения не является появление дополнительного импульса в пачке импульсов, а они, в свою очередь, сосредоточены в основной части спектра.

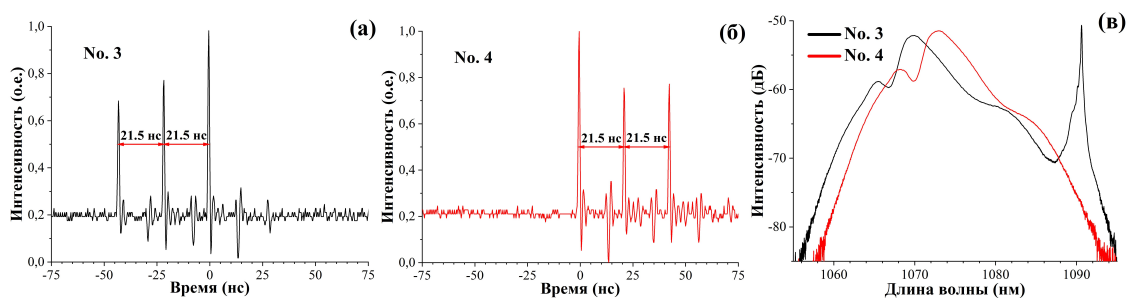


Рис. 3. Осциллограммы трехсолитонных (а, б) импульсов и их оптические спектры (в).

В данной работе была продемонстрирована одно-, двух- и трехсолитонная импульсная генерация в кольцевом волоконном лазере на основе нелинейного вращения плоскости поляризации. Эти результаты будут полезны в дальнейшем изучении многосолитонных импульсов в волоконных лазерных источниках.

Работа выполнена при поддержке ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Литература

- [1] L. Gui, P. Wang, Y. Ding et al, *Appl. Sci.*, **8**, 201 (2018)
- [2] A. Kokhanovskiy, E. Kuprikov, S. Kobtsev, *Optics & Laser Tech.* **131**, 106422 (2020)