

Исследование взаимодействия спектральной фильтрации и медленного насыщающегося поглощения на формирование коротких импульсов в волоконных лазерах

А.Ю. Кохановский*, А.Е. Перепелов, К.В. Серебrenников

Новосибирский государственный университет

*E-mail: alexey.kokhanovskiy@gmail.com

DOI:10.31868/RFL.2022.62-63

Волоконные лазеры с синхронизацией мод резонатора с полной нормальной дисперсией широко используются в различных областях, включая спектроскопию, микрообработку материалов и нелинейную микроскопию. Контроль спектрально-временных характеристик импульсного излучения очень важен и определяется спецификой конкретного приложения. Для лазеров с полной нормальной дисперсией спектральная фильтрация играет ключевую роль в стабилизации режимов синхронизации мод: она обрезает расходящиеся временные и спектральные крылья оптического импульса при каждом обходе [1].

В данной работе мы изучали особенности генерации диссипативных солитонов в волоконном кольцевом лазерном резонаторе с перестраиваемым спектральным фильтром. Резонатор состоял из пассивного волокна, системы заведения оптической накачки, усиливающего волокна, перестраиваемого спектрального фильтра, циркулятора, полупроводникового зеркала с насыщающимся поглотителем. Время релаксации насыщающегося поглотителя составляло 15 пс. Все элементы резонатора поддерживали состояние поляризации проходящего излучения, циркулятор блокировал быструю ось и обеспечивал однонаправленное распространение излучения в резонаторе (Рис. 1.). Большая часть резонатора была реализована на основе оптического волокна PM980, которое обеспечило общую нормальную хроматическую дисперсию резонатора.

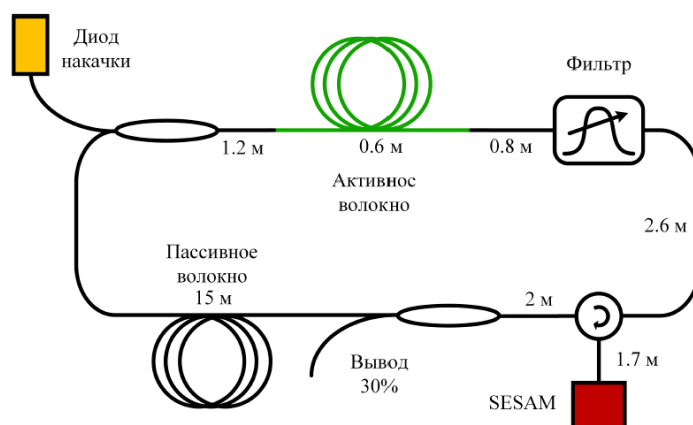


Рис. 1. Экспериментальная схема волоконного лазера с перестраиваемым спектральным фильтром.

Рис.2. демонстрирует оптический спектр выходных диссипативных солитонов с характерными резкими краями оптического спектра. Центральная длина волны солитона смещалась по отношению к центральной длине спектрального фильтра в коротковолновую область.

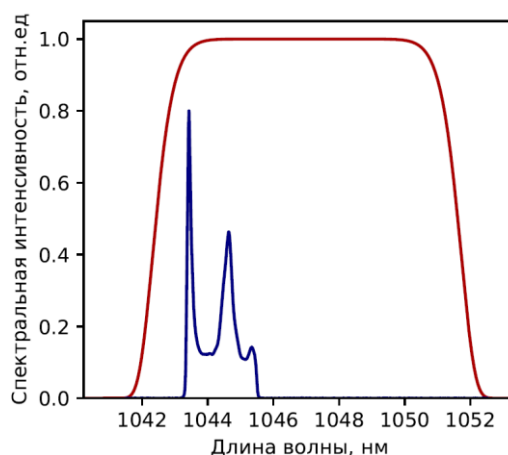


Рис. 2. а) Оптический спектр диссипативного солитона (синяя линия), спектральный профиль коэффициента пропускания

Для объяснения наблюдаемого эффекта была построена модель лазерного резонатора на основе численного решения нелинейного уравнения Шредингера [2]. Было установлено, что спектральный сдвиг солитона обусловлен временем релаксации насыщающегося поглотителя (Рис. 3.).

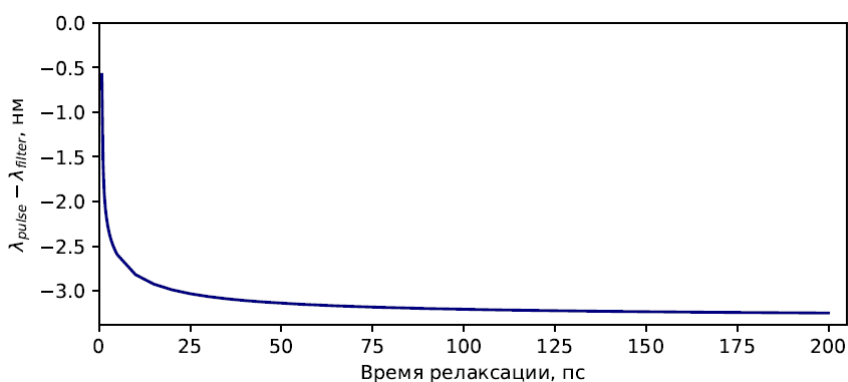


Рис. 3. Зависимость сдвига центральной длины волны генерируемого диссипативного солитона по отношению к центральной длине волны оптического фильтра от времени релаксации полупроводникового насыщающегося поглотителя.

Импульс приобретает позитивный чирп в процессе формирования в резонаторе с нормальной дисперсией. В пределе быстрой релаксации насыщающегося поглотителя передний и задний фронт импульса поглощаются в равной степени. При увеличении времени релаксации поглотителя пропускание коротковолновой части спектра возрастает сильнее, чем пропускание длинноволновой части спектра. Данный эффект приводит к спектральному сдвигу солитона. Максимальная величина сдвига определяется шириной пропускания спектрального фильтра.

Работа была поддержана грантом РФФ № 21-42-04401.

Литература

- [1] A. Chong et al, *Opt. Lett.* 32, 2408-2410 (2007)
- [2] G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics* (Academic, 2007).