

Теоретический анализ режима работы волоконного лазера ультракоротких импульсов на двух перекрывающихся спектральных фильтрах

А.И. Баранов^{1,2}, И.С. Ульянов^{1,2}, И.Н. Бычков^{1,2}, Д.В. Мясников^{1,2}, И.Э. Самарцев²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²«НТО ИРЭ-Полюс»

Лазеры ультракоротких импульсов (УКИ) в последнее время набирают все большую популярность. За последние несколько десятков лет такие лазеры проделали путь от лабораторных макетов и экспериментов до серийно выпускаемой продукции. Рынок лазеров УКИ продолжает расширяться, появляются успешные коммерческие фирмы, специализирующиеся именно на таких лазерах [1]. Можно отметить, что задача конструирования лазерной системы УКИ эффективно разбивается на две – разработка задающего генератора и усилителя, каждая из которых актуальна и по сей день.

Среди всего множества задающих генераторов УКИ выделяются волоконные лазеры, которые обрели большую популярность благодаря своей технологичности. Исследования как традиционных схем волоконных лазеров УКИ: NPE (Nonlinear Polarization Evolution), NALM (Nonlinear Amplification Loop Mirror) и др., так и принципиально новых решений продолжают и по сей день. Одной из таких недавно предложенных оптических схем является схема лазера УКИ с пассивной синхронизацией мод с помощью двух узкополосных спектральных фильтров, спектры которых слабо перекрываются, т.е. максимальное пропускание излучения через два последовательных фильтра меньше 10 дБ. [2].

В данной работе теоретически, с помощью методов компьютерного моделирования исследуются особенности работы схемы, изображенной на рисунке 1. В такой схеме непрерывный сигнал малой мощности испытывает большие потери, поскольку пропускание оптического излучения через два последовательных фильтра настраивается малым. В то же время из-за нелинейных эффектов спектр короткого импульса уширяется в волоконном световоде, и через фильтр импульсное излучение пройдет с меньшими потерями. Поскольку описанная система реализует нелинейную зависимость пропускания от интенсивности излучения, то в ней может существовать режим пассивной синхронизации мод.

На основе уравнений распространения коротких импульсов в волоконных световодах были изучены следующие особенности работы схемы и параметры генерируемых в ней импульсов: комплексная амплитуда генерируемых импульсов, их спектр, стабильность генерации импульсов, влияние формы спектра фильтров на работу лазера. На рисунке 2 изображено сравнение рассчитанной автокорреляционной функции генерируемых импульсов с экспериментально измеренной.

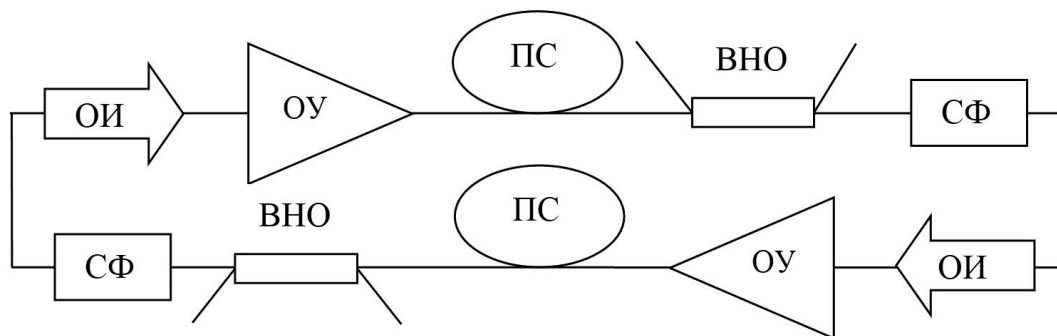


Рис. 1. Оптическая схема лазера. Здесь ОИ – оптические изоляторы, ОУ – оптические усилители, ПС – пассивные световоды, ВНО – волоконные направленные ответвители, СФ - спектральные фильтры.

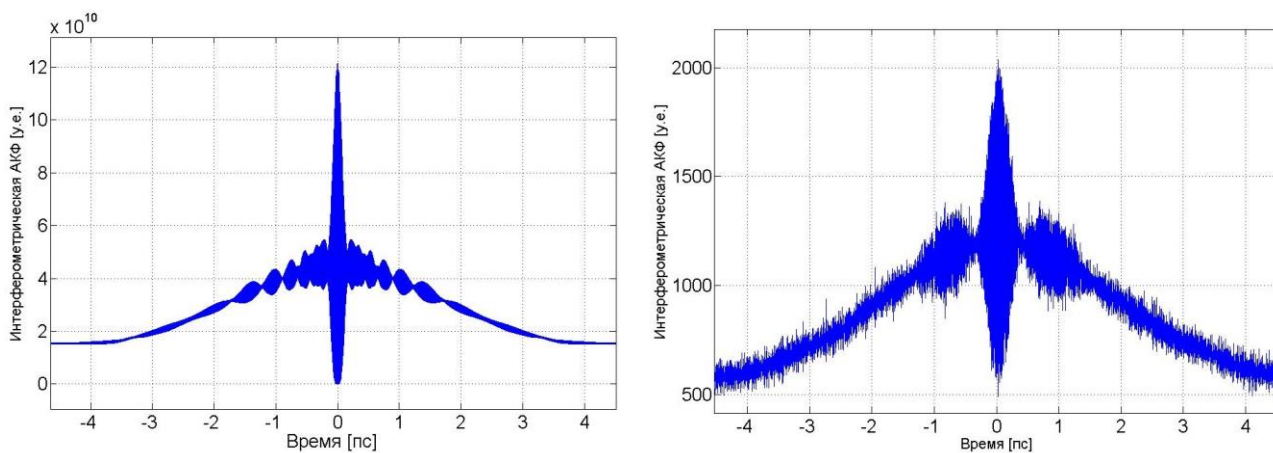


Рис. 2. Рассчитанная (слева) автокорреляционная функция импульсов в сравнении с экспериментально измеренной (справа).

Литература

1. Guichard F. [et al.] High-energy chirped and divided pulse Sagnac femtosecond fiber amplifier. – Optics Letters. – 2015. – Т. 40. – с. 89.
2. Želudevičius J. [et al.] All-fiber Picosecond Optical Pulse Generator Based on Self-phase Modulation Effect and Spectral Filtering using Narrowband FBG // Proc. CLEO/Europe EQEC, Munich, Germany, 21 June – 25 June 2015, CJ-P.39 WED