

Тема работы:

Математическое моделирование генерации комплексов диссипативных солитонов в волоконных лазерах.

Состав коллектива:

1. Яровиков Арсений Павлович, 1 курс магистратуры ММФ НГУ, исполнитель
2. Беднякова Анастасия Евгеньевна, к.ф.-м.н., научный сотрудник лаборатории численного и экспериментального моделирования новых устройств фотоники НГУ, основное место работы – Новосибирский государственный университет, руководитель
3. Яруткина Ирина Александровна, к.ф.-м.н., инженер в лаборатории численного и экспериментального моделирования новых устройств фотоники НГУ, основное место работы – Новосибирский государственный университет, исполнитель
4. Скидин Антон Сергеевич, к.ф.-м.н., научный сотрудник лаборатории вычислительных технологий ИВТ СО РАН, основное место работы – Институт вычислительных технологий СО РАН, исполнитель
5. Ефремов Семен Андреевич, аспирант НГУ, инженер в лаборатории численного и экспериментального моделирования новых устройств фотоники НГУ, основное место работы – Новосибирский государственный университет, исполнитель
6. Штырина Ольга Владимировна, к.ф.-м.н., научный сотрудник лаборатории вычислительных технологий ИВТ СО РАН, основное место работы – Институт вычислительных технологий СО РАН, исполнитель
7. Художиткова Дарья Алексеевна, магистрант НГУ, исполнитель

Информация о гранте:

РНФ № 17-71-20082 «Математическое моделирование генерации комплексов диссипативных солитонов в волоконных лазерах для телекоммуникационных приложений», руководитель – Беднякова Анастасия Евгеньевна, 2017-2020

Научное содержание работы:

Продолжается исследование математической модели генерации солитонов в волоконном лазере.

Перспективным направлением исследований является создание фемтосекундных волоконных лазеров высокой мощности для применения в биомедицинской диагностике методом CARS-спектроскопии. В частности, интерес представляет генерация импульсов на длине волны ~1,3 мкм. В недавней статье [Denis S. Kharenko, Vlad D. Efremov, Ekaterina A. Evmenova, and Sergey A. Babin, Generation of Raman dissipative solitons near 1.3 microns in a phosphosilicate-fiber cavity, Optics Express Vol. 26, Issue 12, pp. 15084-15089 (2018)] показана возможность создания экспериментальной установки с подходящими характеристиками. В данном случае импульс генерируется за счет эффекта ВКР в фосфосиликатном (P2O5) волокне с сохранением поляризации.

На основе данных статьи [Salceda-Delgado, G., Martinez-Rios, A., Plan, B. et al., Optical and Quantum Electronics, Vol. 44, Issue 14, pp. 657-671 (2012)] смоделировано распространение солитона в фосфосиликатном волокне, полученные результаты согласуются со статьей (Рис. 1). Построена математическая модель волоконного лазера (Рис. 2), включающая в себя уравнение распространения импульса в световоде длины L :

$$\frac{\partial A}{\partial z} = -i \frac{\beta_2}{2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} + i\gamma A(z, t) \int_0^{\infty} R(t') |A(z, t - t')|^2 dt',$$

функцию накачки:

$$A_{pump}(0, t) = P \exp \left[-\frac{1+iC}{2} \left(\frac{t}{T_0} \right)^8 \right],$$

линию задержки:

$$S(\omega) \cdot \exp(id_{shift}\omega),$$

и разветвитель с долей выходной мощности R .

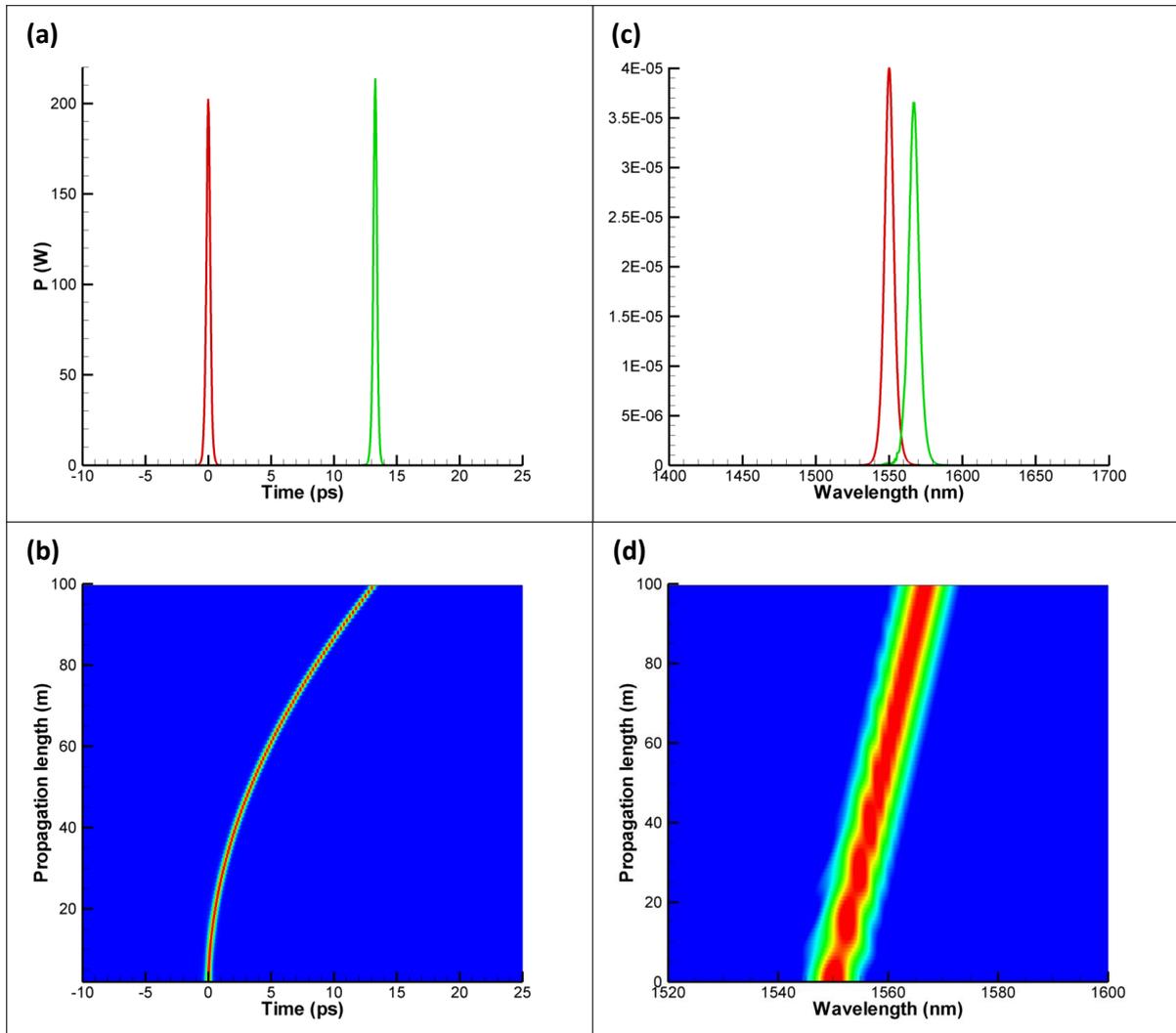


Рис. 1. Распространение солитона в 100-метровом участке фосфосиликатного волокна. (a), (b) – временная огибающая, (c), (d) – спектр; на графиках (a) и (c) красный – начальный импульс, зеленый – конечный.

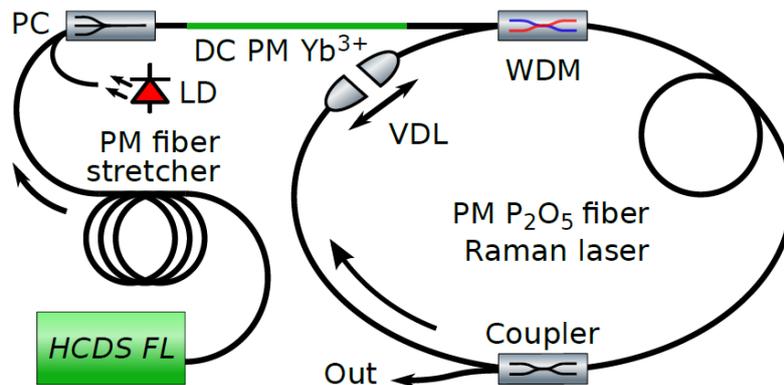


Рис. 2. Схема экспериментальной установки лазера на основе фосфосиликатного волокна

Путем подбора параметров был найден режим, близкий к экспериментальному (Рис. 3.).

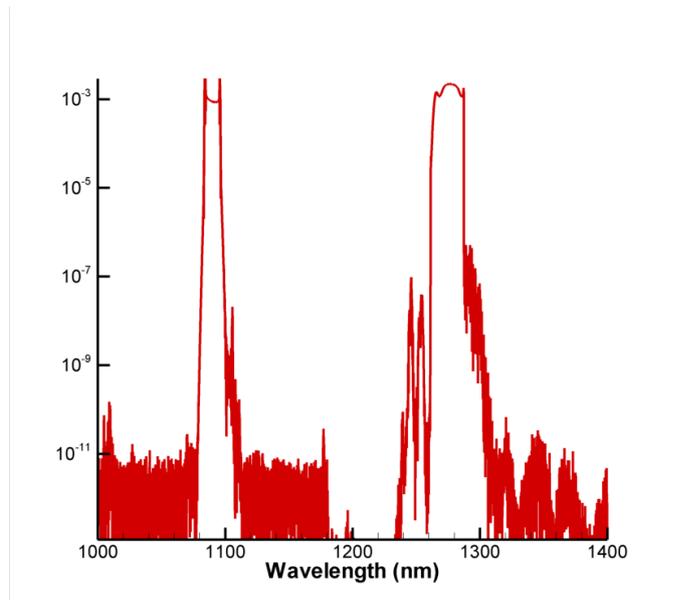


Рис. 3. Спектр импульса при стабильном режиме генерации.

В дальнейшем планируется оптимизация режима по параметрам P , T_0 , C , d_{shift} , R , L , β_2 и γ .

Эффект от использования кластера в достижении целей работы.

Использование кластера позволяет значительно сократить время вычислений, а также предоставляет возможность удобного распараллеливания задач, что особенно важно при многопараметрической оптимизации.