

Подавление пьедестала сверхкоротких импульсов при помощи нелинейного усиливающего петлевого зеркала

В.Д. Ефремов, А.А. Антропов, Д.С. Харенко*

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

**E-mail: kharenko@iae.nsk.su*

DOI: 10.31868/RFL2020.201-202

Сверхкороткие импульсы востребованы во многих физических, химических и биологических лабораториях среди новых методов спектроскопии, метрологии и визуализации. Благодаря многообразию нелинейных эффектов в оптическом волокне, а также относительно низкой стоимости и компактности, волоконные лазеры начинают замещаться твёрдотельные лазеры во всё большем числе применений, а методы генерации сверхкоротких импульсов в волоконных лазерах продолжает активно развиваться и по сей день [1].

Несмотря на множество способов генерации и разнообразие лазерных схем далеко не всегда удаётся получить импульсы с параметрами, подходящими для дальнейшего использования. Так, например, для CARS-спектроскопии необходимы импульсы с перестраиваемым узким спектром и высокой пиковой мощностью, от чего напрямую зависит разрешающая способность конечного прибора. Один из методов получения таких импульсов заключается в пропускании сильночирпованных диссипативных солитонов через узкополосный фильтр [2, 3]. В реальности у импульса остаётся некоторый пьедестал в спектральной области $\sim 1\%$ от пиковой мощности. На рис. 1 представлен спектр такого смоделированного импульса. При усилении значительная часть энергии уходит в пьедестал, спектр импульса расплывается, становясь непригодным для CARS-спектроскопии. Таким образом, существует необходимость подавить паразитное излучение для более эффективного последующего усиления.

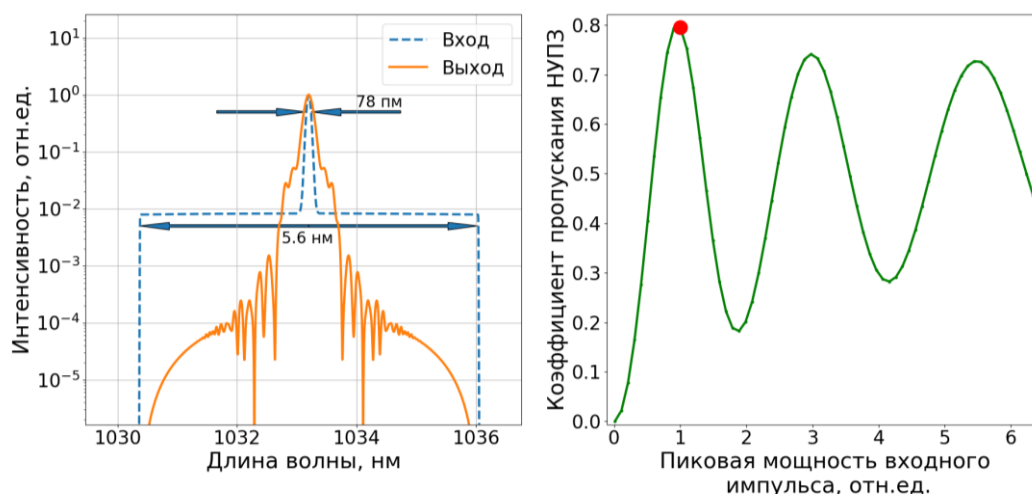


Рис. 1. Нормированные спектры исследуемого импульса и импульса, после прохождения пьедестала (слева) и коэффициент пропускания НУПЗ в зависимости от начальной пиковой мощности входного импульса (справа)

Для подобных задач часто используется нелинейное оптическое петлевое зеркало (НОПЗ) [4, 5]. Здесь подавление пьедестала производилось во временной

области, тогда как в поставленной задаче паразитное излучение находится в спектральной области. Более подходящим устройством должно быть нелинейное усиливающее петлевое зеркало (НУПЗ), которое от НОПЗ отличается наличием усилителя у одного из выходов каплера. За счёт этой асимметрии набег фазы происходит более эффективно. Помимо того, что такая схема работает как амплитудный самомодулятор, она способна ещё и усиливать импульс, давая выигрыш контраста по сравнению с НОПЗ.

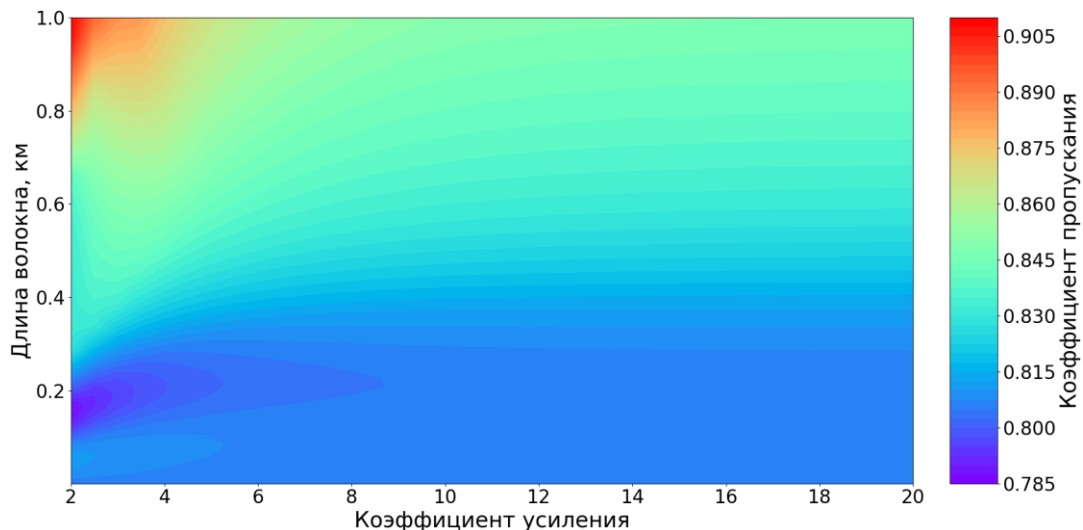


Рис. 2. Карта максимумов коэффициента пропускания НУПЗ при различных значениях длины волокна и коэффициента усиления

В данной работе прохождение импульса с пьедесталом через НУПЗ исследовалось численно на основе нелинейного уравнения Шрёдингера. Одним из основных параметров НУПЗ является коэффициент пропускания T , который вычислялся как отношение пиковой мощности прошедшего импульса к суммарной пиковой мощности прошедшего и отражённого импульсов. Характерный вид зависимости T от входной пиковой мощности представлен на Рис. 1 (справа). Для полной характеристики НУПЗ была построена карта значений максимумов коэффициента пропускания (Рис. 2), и также исследована разница контрастов импульсов до и после прохождения НУПЗ. Вычисления показали возможность подавления контраста.

Работа выполнена при финансовой поддержке темы госзадания ИАиЭ СО РАН (рег. № АААА-А17-117062110026-3).

Литература:

- [1] Walter Fu et al, *Opt. Express*, **26**, 9432-9463 (2018)
- [2] T. Gottschall et al, *Opt. Express*, **20**, 12004-12013 (2012)
- [3] E. Evmenova et al, *Proc. SPIE 11190, Optics in Health Care and Biomedical Optics IX*, 111900I (2019)
- [4] M.D. Pelusi et al, *IEEE Journal of Quantum Electronics*, **35**, 867 - 874 (1999)
- [5] Esther Lidiya A. et al, *Opt. Communications*, **474**, 126083 (2020)