

## ДИСКРИМИНАЦИЯ ШУМОВ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ КВАЗИСОЛИТОННОГО ИМПУЛЬСА В ОДНОМОВОДОМ ВОЛОКОННОМ СВЕТОВОДЕ

*Е.М.Дианов, Д.В.Коробкин, А.М.Стрельцов*

В работе экспериментально исследована динамика распространения импульсов в квазисолитонном режиме. Показано, что шумовая составляющая импульсов уменьшается в процессе распространения.

Один из способов генерации сверхкоротких импульсов (СКИ) света фемтосекундной длительности заключается в использовании каскадного процесса ВКР в одномодовом волоконном световоде (ОВС) при одновременном протекании эффектов модуляционной неустойчивости в области отрицательной хроматической дисперсии<sup>1</sup>. Известен ряд экспериментальных работ<sup>2, 3</sup>, реализующих этот метод. Однако исчерпывающей детальной теории этого процесса нет, поскольку остается вопрос, являются ли сформированные импульсы действительно солитонами или их стационарность обеспечивается подкачкой энергии за счет ВКР из области более коротких длин волн. В работе<sup>4</sup> все излучение из световода, в котором происходило формирование короткого импульса вводилось в такое же волокно. Поскольку во второе волокно вводилась и накачка, а потери при вводе не позволили наблюдать стационарный режим распространения, этот эксперимент не дал ответа на поставленный вопрос.

С другой стороны, пока еще мало экспериментов по исследованию динамики возмущений типа солитон + шум. В статье<sup>4</sup> описан режим распространения СКИ с шумом в присутствии накачки. Сжатие импульсов и уменьшение пьедестала автокорреляционной функции (АКФ) объясняется ВКР-усилением в поле накачки. Однако в работе<sup>5</sup> показано, что солитон в волокне может сбрасывать шум даже в отсутствие накачки.

Целью настоящей работы было исследование динамики распространения квазисолитона с шумом в отсутствие накачки, то есть в случае консервативной системы.

Использовавшаяся экспериментальная установка аналогична описанной в<sup>2</sup>. В качестве второго световода использовалось одномодовое волокно с площадью сердцевинки около  $50 \text{ мкм}^2$  и длиной волны нулевой хроматической дисперсии  $\lambda_0 \approx 1,6 \text{ мкм}$ .

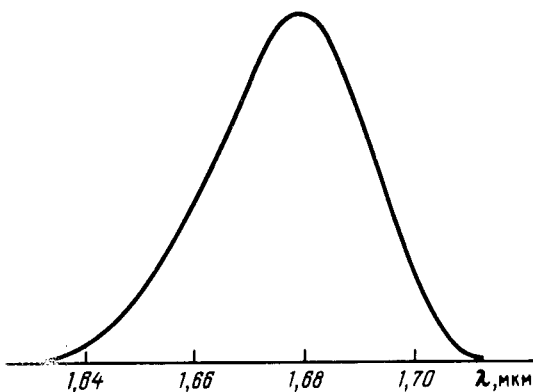


Рис. 1. Спектр излучения во втором волокне

Спектр излучения во втором волокне (рис. 1) оставался неизменным на разных его длинах. Автокорреляционные функции измерялись по бесфоновой методике, и по ним рассчитывались длительности импульсов в предположении  $\text{sech}^2$  — их формы. Так, на выходе первого волокна на длине волны  $\lambda = 1,68 \text{ мкм}$  длительность импульса составляла  $\tau = 78 \text{ фс}$  при контрастности  $K \approx 3,5$ .

На рис. 2 показано изменение длительности импульса и контрастности АКФ с расстоянием. После прохождения двух линз и призмы импульс деформировался и уширился до примерно  $\tau \approx 220$  фс в начале второго волокна. (Следует обратить внимание на то, что в экспериментах <sup>4</sup> при вводе излучения во второе волокно уширение отсутствовало, по-видимому, благодаря отсутствию призмы). В дальнейшем, как видно из приведенных данных, импульс сжимался примерно на 30%, а контрастность возрастала от значения  $K \approx 3$  до приблизительно 6.

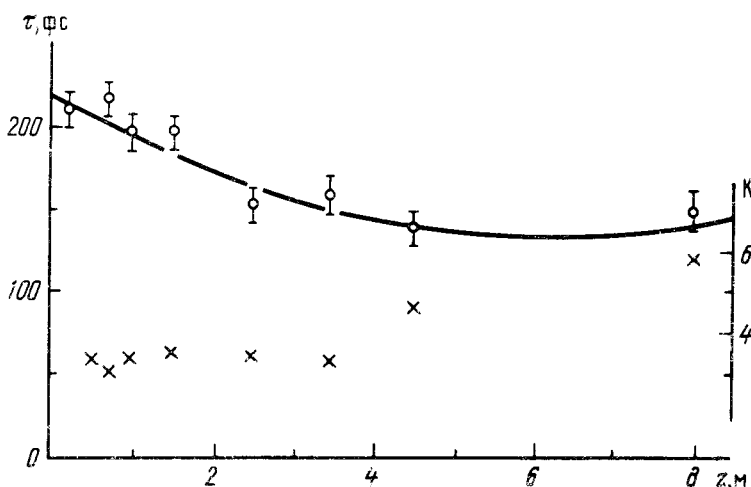


Рис. 2. Экспериментально измеренные длительности импульсов (кружки), расчетная длительность (сплошная линия) и величина контраста АКФ для различных длин второго световода (крестики)

Приведем некоторые численные сценки. Расчетная мощность исходного 220-фемтосекундного импульса составила около  $P_1 \approx 216$  Вт. В области  $\lambda = 1,68$  мкм хроматическая дисперсия  $D = 4,3$  пс/нм·км, дисперсионная длина была около  $L_D \approx 2,43$  м, а мощность солитонного импульса длительностью 220 фс —  $P_0 \approx 148$  Вт ( $N = \sqrt{P_1/P_0} = 1,21$ ). Численный расчет изменения длительности импульса был выполнен в рамках нелинейного уравнения Шредингера (сплошная линия на рис. 2), и его результаты хорошо количественно согласуются с экспериментальными данными. Согласно расчетам минимальная длительность составила 61% исходной на длине, соответствующей примерно  $z \approx 2,5 L_D$ , а затем несколько возрастает.

Таким образом, эволюция длительности импульса света во втором волокне хорошо описывается нелинейным уравнением Шредингера, и можно считать, что этот импульс обладает солитонными свойствами. Отметим, что в отличие от работы <sup>4</sup>, где авторы объясняют сужение импульса и уменьшение пьедестала усилением под действием накачки, в данном эксперименте система является консервативной и слабая компрессия импульса может быть обусловлена только солитонными эффектами.

Что касается уменьшения пьедестала, то это, по-видимому объясняется "очищением" квазисолитонного импульса от шума <sup>5</sup>, за счет дисперсионного "разбегания" шумовых компонент, имеющих отличные от солитонных спектральные составляющие.

Суммируя изложенное, отметим, что приведенные результаты свидетельствуют в пользу того, что при совместном действии эффектов ВКР и модуляционной неустойчивости формируются солитонные импульсы, которые благодаря дисперсионным эффектам могут избавляться от шумовой составляющей. К сожалению, ограниченная длина второго световода не позволила наблюдать дальнейшую эволюцию импульса.

Авторы признательны В.В.Афанасьеву за выполненные расчеты и В.Н.Серкину за полезное обсуждение работы.

## Литература

1. *Выслоух В.А., Серкин В.Н.* Письма в ЖЭТФ, 1983, **38**, 170.
2. *Грудинин А.Б., Дианов Е.М., Коробкин Д.В. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1987, **45**, 211.
3. *Zysset B., Beaud P., Hodel W.* Appl. Phys. Lett., 1987, **50**, 1027.
4. *Gouveia-Neto A.S., Gomes A.S.L., Taylor J.R.* IEEE J. of Quant. Electr., 1988, **24**, 332.
5. *Афанасьев В.В., Серкин В.Н., Шленов С.А.* Письма в ЖТФ, 1988, **14**, 935.

Институт общей физики  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
29 декабря 1988 г.

---