

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ОПТИЧЕСКИХ СОЛИТОНОВ ОБОБЩЁННОГО
НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА
ЧЕТВЁРТОГО ПОРЯДКА**

Слепов Артемий Альбертович

Студент

Институт ЛаПлаз НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

E-mail: artemii.slepov@gmail.com

Научный руководитель — Кудряшов Николай Алексеевич

Нелинейное уравнение Шрёдингера (НУШ) широко используется для описания устойчивых сигналов в нелинейной оптике. Но для отправления сигнала в оптоволокне с большим объёмом передаваемой информации требуется источник высокой интенсивности. Описание эволюции таких сигналов требует учитывать дисперсионные соотношения и нелинейности среды более высоких порядков, чем в классическом НУШ [2].

В данной работе рассмотрена смешанная задача для уравнения

$$i\partial_t q + (a_2\partial_x^2 + ia_3\partial_x^3 + a_4\partial_x^4)q = (b_1|q|^2 + b_2|q|^4)q, \quad -\frac{L}{2} < x < \frac{L}{2}, \quad 0 < t, \quad (1)$$

где $q(x, t)$ — комплекснозначная функция, ∂_p^k — её частная производная k -го порядка по p -й переменной, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2 — параметры модели.

Это уравнение не проходит тест Пенлеве, не имеет общего решения. Но можно найти частные решения методом простейших уравнений [3]. Перейдя к безразмерным переменным, получим решение в виде оптического солитона

$$q = \frac{4bA \cdot e^{-i(x/4 + \omega t + \theta_0)}}{4b^2 e^{\alpha(x + (4\chi + 1)t/8 - x_0)} + \mu e^{-\alpha(x + (4\chi + 1)t/8 - x_0)}}, \quad A, \alpha, b, \mu, \omega, \chi \in \mathbb{R} \quad (2)$$

В работе получены ограничения на параметры модели, при которых частное решение в указанном виде существует.

Для численного моделирования данной задачи применён модифицированный метод Фурье с разделённым шагом [4]. Метод основан на раздельном подсчёте эффектов дисперсии и нелинейного поглощения сигнала средой. Для аппроксимации линейной части исходного уравнения используются дискретные аналоги преобразований

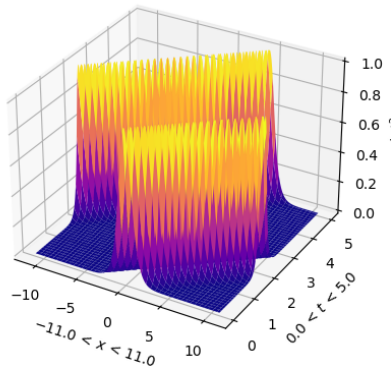
Фурье, а нелинейная часть этого уравнения считается явно.

В рамках данной работы проведено сравнение аналитических решений с результатами численных расчётов.

Проведено исследование полученного решения на устойчивость по начальным данным.

Было проведено исследование взаимодействия точного решения с волной, не являющейся решением исходного уравнения. Такая волна распадалась вскоре после начала моделирования. Механизм такого взаимодействия при не-Керровской нелинейности рассмотрен в [1].

Иллюстрации



Эволюция точного решения при
 $A = 1, \alpha = 1, a = b = 0,5, N = 256, \tau = h^4/2$

Литература

1. Кившарь Ю. С., Агравал Г. П. Оптические солитоны. От волоконных световодов к фотонным кристаллам. М.: Физматлит, 2005.
2. Boyd R. W. Nonlinear Optics. N.Y.: Academic Press, 2005.
3. Kudryashov N. A. Simplest equation method to look for exact solutions of nonlinear differential equations // Chaos, Solitons Fractals. 2005. Vol. 24, № 5. P. 1217–1231
4. Weideman J. A. C., Herbst B. M. Split-step methods for the solution of the nonlinear Schrödinger equation // SIAM Journal on Numerical Analysis. 1986. Vol. 23, № 3. P. 485–507