

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМНЫХ СОЛИТОНОВ В КЕРРОВСКИХ СРЕДАХ

Лапонин В.С., Складчиков С.А., Анпилов С.В., Савенкова Н.П.

МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет ВМК, РФ, 119991, Москва,
Ленинские горы д. 1, стр. 52, +7 (495) 939-52-55, lap@cs.msu.ru

Обобщённое нелинейное уравнение Шредингера (НУШ) [1-3] применимо также и к описанию тёмных солитонов при условии, что основной член разложения нелинейной функции $F(I)$ отрицателен, где интенсивность $I = |u|^2$ [3]. В случае керровской среды с самодефокусировкой $F(I) = -I$, тогда уравнение примет вид:

$$i \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - |u|^2 u = 0.$$

Линейная задача рассеяния для тёмных солитонов обладает набором из n дискретных собственных значений, таких что $|\lambda| < u_0$, но для некоторых начальных условий их можно найти аналитически. Каждое вещественное собственное значение можно представить в виде $\lambda_n = u_0 \sin \varphi_n$, которое отвечает тёмному солитону с амплитудой $u_0 \cos \varphi_n$, и солитон движется по отношению к фону со скоростью $v_n = u_0 \sin \varphi_n$ [3]. Так как поведение любого входного пучка определяется собственными значениями задачи рассеяния, то на больших расстояниях пучок преобразуется в набор тёмных солитонов. Общий вид тёмного солитона можно записать следующим образом:

$$u(x, z) = u_0 \left(\cos \varphi \operatorname{th}[u_0 \cos \varphi (x - zu_0 \sin \varphi)] + i \sin \varphi \right) \exp(-iu_0^2 z + i\theta),$$

где φ - угловая переменная, характеризующая собственное значение, θ - фаза.

Однако далеко не для всех начальных условий подходит данное аналитическое решение, поэтому проведем численное исследование [4-5] темных солитонов, используя ранее разработанные численные методы [1-2].

Список литературы:

1. Laponin V.S., Savenkova N.P. Search for an analytical solution in the three-dimensional Gross-Pitaevskii equation // *Computational Mathematics and Modeling* **Vol. 28**, 2017, N. 2, P. 228–236.
2. Кившарь Ю.С., Агравал Г.П. Оптические солитоны. От волоконных световодов до фотонных кристаллов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005, 648 стр.
3. Laponin V.S. Search for soliton solutions in the three-dimensional Gross-Pitaevskii equation // *Computational Mathematics and Modeling* **V. 25**, N. 3, 2014, P. 306–314.
4. Bychkov V.L., Savenkova N.P., Anpilov S.V., Troshchiev Yu.V. Modeling of vortice objects created in gatchina discharge // *IEEE Transactions on Plasma Science*, **V. 40**, 2012, P. 3158–3161.
5. Yusupaliev U., Savenkova N.P., Troshchiev Yu.V., Shuteev S.A., Skladchikov S.A. Vortex rings and plasma toroidal vortices in homogeneous unbounded media. II. The study of vortex formation process // *Bulletin of the Lebedev Physics Institute* **V. 38**, 2011, P. 275-282.