

КАРОТКІЯ ПАВЕДАМЛЕННІ

УДК 530.1535.3

А. М. ГОНЧАРЕНКО

О РАСПРОСТРАНЕНИИ СОЛИТОНОВ В ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ СЕЛФОКАХ

Институт физики им. Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,
e-mail: a.goncharenko@ifanbel.bas-net.by

Исследованы особенности свойств солитонов в отрицательных селфоках. Показано, что солитон периодически изменяется с проникновением в отрицательную среду.

Ключевые слова: солитон, селфок, отрицательная среда, свойства.

A. M. GONCHARENKO

PROPAGATION OF SOLITONS IN NEGATIVE SELFOCS

B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,
e-mail: a.goncharenko@ifanbel.bas-net.by

Some properties of solitons in negative selfocs are considered.

Keywords: soliton, selfoc, negative media, properties.

В работах [1, 2] нами частично рассмотрены особенности распространения солитонов в отрицательных однородных средах. В данном сообщении представлены результаты исследования свойств солитонов в отрицательных селфоках.

Постоянная распространения волн в таких средах может быть записана в форме

$$k = -\sigma_0 - \frac{1}{2} \frac{\alpha}{\sigma_0} \frac{x^2}{x_0^2}, \quad (1)$$

где α – коэффициент неоднородности среды, σ_0 – постоянная распространения среды при $x = 0$. При этом уравнение Шредингера для электромагнитного поля $E = A_0\psi$ может быть представлено в следующем виде:

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} - \frac{i}{2\sigma_0} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - i\beta_1 |\psi|^2 \psi - i\beta_2 \frac{x^2}{x_0^2} \psi = 0. \quad (2)$$

Здесь $\beta_1 = \sigma_0 |A_0|^2$, $\beta_2 = \frac{\alpha}{2\sigma_0}$.

Ищем решение этого уравнения в виде следующего гауссова пучка:

$$\psi = \exp\left(\gamma_1 - \gamma_2 - \frac{x^2}{fx_0^2} + i \frac{x^2}{gx_0^2}\right), \quad (3)$$

где γ_1 , γ_2 , f , g – функции продольной координаты z .

Подставляя (3) в уравнение (2), получаем следующую систему уравнений:

$$\gamma'_1 + \frac{1}{x_1 f} - \beta_1 + 2\beta_1 \gamma_2 = 0; \quad (4)$$

$$\gamma'_2 - \frac{1}{\partial_1 g} = 0; \quad (5)$$

$$\frac{f'}{f} - \frac{4}{x_1 g} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{1}{x_1 f^2} - \frac{1}{x_1 g^2} + \frac{g'}{2g^2} - \frac{\beta_1}{f} + \beta_2 = 0. \quad (7)$$

Здесь $x_1 = \sigma_0 x_0^2$, а штрих означает производную по z .

Сравнивая уравнение (6) с соответствующим уравнением для обычных сред [3], заключаем, что функция $g < 0$. Это означает, что и в отрицательных селфоках фаза солитона распространяется в обратном направлении.

Форма пространственной поверхности солитона определяется функцией $f(z)$, для которой получаем следующее дифференциальное уравнение:

$$2f'' = (f')^2 + \frac{16}{x_1^2} (1 - f\beta_1 x_1 + \beta_2 x_1 f^2). \quad (8)$$

К сожалению, это уравнение не имеет решения в известных функциях. Поэтому ограничимся его приближенным решением, которое можно представить в виде

$$f(z) = \frac{x_1^{-1} + \beta_1 f_0 - \beta_2 f_0^2}{2(\beta_1 - \beta_2)} + \frac{\beta_1 f_0 - \beta_2 f_0^2 - x_1^{-1}}{2(\beta_1 - \beta_2)} \cos \sqrt{\frac{\beta_1 - \beta_2}{x_1 f_0}} 4z. \quad (9)$$

Следовательно, пространственная форма солитона периодически изменяется при распространении его в отрицательной фокусирующей среде.

Список использованной литературы

1. Гончаренко, А. М. К теории солитонов в отрицательных средах / А. М. Гончаренко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2015. – № 1. – С. 123–124.
2. Гончаренко, А. М. О распространении солитонов в отрицательных средах / А. М. Гончаренко // Докл. Нац. акад. навук Беларусі. – 2015. – Т. 59, № 3. – С. 28–29.
3. Гончаренко, А. М. Распространение эллиптических световых пучков в круглом селфоке / А. М. Гончаренко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2012. – № 2. – С. 119–121.

Поступила в редакцию 12.11.2015