



Российская Академия Наук

ИКИ

ИНСТИТУТ
КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
РАН

ШЕСТНАДЦАТАЯ ЕЖЕГОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

8–12 февраля 2021
plasma2021.cosmos.ru



ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ ОБОБЩЕННОГО НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА В НЕОДНОРОДНЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ СРЕДАХ

Белашов В.Ю., Харшиладзе О.А., Белашова Е.С.

КФУ, г. Казань, Россия, vybelashov@yahoo.com

Если в системе ВК [1, 2]

$$\partial_t u + \hat{A}(t, u)u = f, \quad f = \sigma \int_{-\infty}^x \Delta_{\perp} u dx + f', \quad \Delta_{\perp} = \partial_y^2 + \partial_z^2$$

оператор имеет вид $\hat{A}(t, u) = i[\gamma|u|^2 - \beta\partial_x^2] + \alpha/2$, она представляет собой 3D обобщенное уравнение Шредингера (3-GNLS) [2, 3]:

$$\partial_t u + i\gamma|u|^2 u - i\beta\partial_x^2 u + (\alpha/2)u = \sigma \int_{-\infty}^x \Delta_{\perp} u dx + f', \quad (1)$$

где $\alpha, \beta, \gamma = \varphi(t, x, y, z)$, $f' = f'(t, x, y, z)$, и $(\alpha/2)u$ описывает диссипативные эффекты, а u – огибающая волнового пакета (импульса). Уравнение (1) описывает динамику огибающей модулированных нелинейных волн и импульсов (волновых пакетов) в средах с дисперсией и имеет многочисленные важные приложения в физике плазмы (например, описывает распространение ленгмюровских волн в горячей плазме), нелинейной оптике (распространение световых импульсов в кристаллах, оптоволокне и плоских оптических волноводах), оно описывает, в частности, такие явления, как турбулентность, волновой коллапс и оптическая самофокусировка. Уравнение используется и в других областях физики – таких, например, как теория сверхпроводимости и физика низких температур (в частности, обычное уравнение NLS есть упрощенная 1D форма уравнения Гинзбурга-Ландау (1950), введенного ими при описании сверхпроводимости), гравитационные волны малой амплитуды на поверхности глубокой невязкой жидкости и др. Отметим, что уравнение (1) не является полностью интегрируемым, и его аналитические решения в общем случае не известны (за исключением, пожалуй, гладких решений типа уединенных волн). Однако, с использованием подходов, развитых в [1–3] для других уравнений системы ВК [GKP, когда $\hat{A}(t, u) = \alpha u \partial_x - \partial_x^2 (v - \beta \partial_x - \gamma \partial_x^3)$, и 3-DNLS, если $\hat{A}(t, u) = 3s|p|^2 u^2 \partial_x - \partial_x^2 (i\lambda + v)$], можно исследовать устойчивость возможных решений уравнения 3-GNLS, что и было реализовано в настоящей работе.

В работе аналитически получены условия устойчивости солитоноподобных решений уравнения 3-GNLS (1) и изучены случаи устойчивой и неустойчивой (с образованием бризеров) эволюции импульсов различной формы, а также взаимодействие 2- и 3-мпульсных структур, приводящее к формированию устойчивых и неустойчивых решений. Полученные результаты могут быть полезны в многочисленных приложениях в физике плазмы (включая космическую), нелинейной оптике и многих других областях физики.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Работа была поддержана Национальным научным фондом Грузии им. Шота Руставели (SRNF) (грант № FR17 252).

1. Belashov V.Yu., Vladimirov S.V. Solitary Waves in Dispersive Complex Media. Theory, Simulation, Applications. Springer-Verlag. 2005. 303 p.
2. Belashov V.Yu., Belashova E.S., Kharshiladze O.A. // Adv. Space Res. 2018. V. 62. P. 65.
3. Belashov V.Yu., Kharshiladze O.A., Rogava J.L. // J. Astrophys. Aerospace Tech. 2018. V. 6. P. 38.