

**ДИФФУЗИЯ НЕСКОЛЬКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ
В ЛОКАЛИЗУЮЩИХ ПОТЕНЦИАЛАХ: КВАНТОВАЯ
РЕГУЛЯРНАЯ И ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА**

И. И. Юсипов, Т. В. Лаптева, А. Ю. Пирова, И. Б. Мееров, М. В. Иванченко

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

E-mail: yusipov.igor@gmail.com, tetyana.laptyeva@gmail.com,
anna.yu.malova@gmail.com, meerov@vmk.unn.ru, ivanchenko.mv@gmail.com

В данной работе изучается динамика распространения волновых пакетов в моделях нескольких взаимодействующих квантовых частиц с разными видами пространственной модуляции. Для одной частицы или, что эквивалентно, многих невзаимодействующих частиц, известно, что в случае пространственного беспорядка все собственные состояния становятся локализованными, а в случае квазипериодической неоднородности существует порог перехода к локализации по силе неоднородности. В другом предельном случае – многих взаимодействующих частиц – задача решалась в среднеполевом приближении, в рамках нелинейного дискретного уравнения Шредингера. Здесь наблюдалось разрушение локализации за счет нелинейности, возникающего динамического хаоса. Основными наблюдаемыми свойствами были субдиффузия волновых пакетов, их самоподобие в асимптотическом пределе, зависимость показателя субдиффузии от порядка нелинейности. В настоящей работе показано, что эти свойства обнаруживаются и для нескольких квантовых частиц в решетке с беспорядком, при том, что условия среднеполевого приближения не выполнены. Тем не менее квантовый хаос обеспечивает подобную динамику. При этом показатель субдиффузии уменьшается при увеличении порядка взаимодействия, так же как и в нелинейных уравнениях. В случае квазипериодического потенциала в модели нескольких взаимодействующих частиц наблюдается квантовая регулярная динамика и почти баллистическое распространение волновых пакетов. При этом малая добавка беспорядка разрушает квантовую регулярную динамику.

Ключевые слова: Андерсоновская локализация, квантовый хаос, субдиффузия, самоподобие.

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-1-52-63

Ссылка на статью: Юсипов И.И., Лаптева Т.В., Пирова А.Ю., Мееров И.Б., Иванченко

М.В. Диффузия нескольких взаимодействующих частиц в локализирующих потенциалах: Квантовая регулярная и хаотическая динамика // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2017. Т. 25, No 1. P. 52–63.

FEW PARTICLE DIFFUSION IN LOCALIZING POTENTIALS: CHAOS AND REGULARITY

I. I. Yusipov, T. V. Laptyeva, A. Yu. Pirova, I. B. Meyerov, M. V. Ivanchenko

Nizhny Novgorod State University
Gagarin St., 23, 603950 Nizhny Novgorod, Russia

E-mail: yusipov.igor@gmail.com, tetyana.laptyeva@gmail.com,
anna.yu.malova@gmail.com, meerov@vmk.unn.ru, ivanchenko.mv@gmail.com

In this work we study the dynamics of wave packets propagation of a few interacting quantum particles with different types of spatial inhomogeneity. Single particle or, equivalently, many noninteracting particles are localized in the case of spatial disorder, and experience localization–delocalization transition in the case of quasi-periodic inhomogeneity. In the other limiting case of many interacting particles, the problem is solved in the mean-field approximation, which leads to discrete nonlinear Schrodinger equation. There localization is destroyed due to dynamical chaos inherent to nonlinearity. It results in wave packets subdiffusion, their self-similarity in the asymptotic limit, the dependence of the subdiffusion rate from the nonlinearity order. We demonstrate that analogous features emerge in disordered lattice even for two quantum particles due to quantum chaos, much away from the validity of the mean-field approximation. The subdiffusion exponent decreases with the increasing order of interaction, as found in nonlinear equations. On the contrary, in the case of a quasi-periodic potential we find regular quantum dynamics and almost ballistic wave packets propagation. Wherein a small additive of disorder destroys the regular quantum dynamics.

Keywords: Anderson localization, quantum chaos, subdiffusion, self-similarity

DOI: 10.18500/0869-6632-2017-25-1-52-63

Paper reference: Yusipov I.I., Laptyeva T.V., Pirova A.Yu., Meyerov I.B., Ivanchenko M.V. Few particle diffusion in localizing potentials: Chaos and regularity. Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics. 2017. Vol. 25. Issue 1. P. 52–63.