

## НОВЫЕ ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КВАНТОВОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Перепёлкин Е.Е.<sup>1,2,3,4</sup>, Садовников Б.И.<sup>2</sup>, Иноземцева Н.Г.<sup>3,4</sup>,  
Бурлаков Е.В.<sup>2,4</sup>, Полякова Р.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ),  
Дубна, Московская область, 141980 Россия

<sup>2</sup>Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

<sup>3</sup>Университет «Дубна», Московская область, 141980 Россия

<sup>4</sup>Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),  
Москва, 111024 Россия

Функция Вигнера представляет собой плотность квази-вероятностей и используется для описания квантовых систем в фазовом пространстве. Несмотря на то, что данная функция может принимать отрицательные значения, тем самым вступая в противоречие с аксиоматикой классической теорией вероятностей, она широко используется в квантовой томографии, квантовой криптографии, в задачах обработки сигнала.

Эволюция функции Вигнера подчиняется уравнению Моэля, которое является расширенным аналогом уравнения Лиувилля и отличается от него ненулевой правой частью, которая связана с диссипациями в квантовых системах. Для квантового гармонического осциллятора уравнение Моэля переходит в уравнение Лиувилля. В данной работе уравнение Моэля для гармонического осциллятора было расширено на уравнение колебаний 2D мембраны в фазовом пространстве. Решение уравнения колебаний получены в виде нестационарных расширенных функций Вигнера. Значения расширенной функции Вигнера соответствуют отклонениям точек мембраны от положения равновесия. Положительные и отрицательные значения квази-плотности вероятностей можно трактовать как отклонения относительно положения равновесия в одну или другую сторону. В качестве примера рассмотрена нестационарная расширенная функция Вигнера соответствующая стоячей волне плотности квази-вероятностей, возникающей в фазовой плоскости.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ No. 18-29-10014.