***Нелинейные поправки к гауссовскому анзатцу в теории открытых квантовых систем.***

***Меретуков Х.Ш.***

*Студент*

*Московский университет имени Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Россия*

*E-mail:* [*meretukov.khazret@gmail.com*](mailto:meretukov.khazret@gmail.com)

Физика открытых квантовых систем занимается исследованием систем, которые могут обмениваться энергией и веществом со своим окружением. Такие системы распространены в большом спектре областей, также почти все реальные системы являются открытыми. Поэтому исследование таких систем является актуальной задачей и данная отрасль активно развивается в последнее время. Основной идей является то, что система и ее окружение вместе образуют одну закрытую систему, которая эволюционирует в соответствии с обычными законами квантовой механики. Однако, при таком подходе мы получаем информацию не только о системе, но и об окружении. Для того, чтобы выделить из этой информации интересующую нас, надо выделить подсистему.

В данной работе мы используем метод, заключающийся в аппроксимации реальной матрицы плотности матрицей плотности, которая определяется неким набором параметров . Последний способ, как правило, базируется на проекторе Кавасаки-Гантона [1-3]. В частности, на нём базируется разработанный недавно термодинамический подход к открытым квантовым системам [3]. Однако, нами был предложен обобщение проектора Кавасаки-Гантона, позволяющее рассматривать произвольные анзацы, параметризованные некоторыми наблюдаемыми, называемыми релевантными [4]

Исследование открытых квантовых систем с нелинейными взаимодействиями, такими как модель Керра с диссипацией, представляет значительный интерес для квантовой оптики, квантовой информации и смежных областей. В данной работе разработан общий метод построения гауссовского приближения и пертурбативных поправок для бозонных нелинейных систем. Основное внимание уделено модели Керра в классическом внешнем поле с диссипацией:

Основным методом исследования данной системы является использование проекционного подхода с обобщенным проектором Кавасаки-Гантона для параметризации матрицы плотности гауссовским анзацем, заданным через средние значения операторов рождения/уничтожения и их ковариационные матрицы. Такая аппроксимация позволяет использовать теорему Вика для моментов старше 2-го порядка, сводя их к комбинациям моментов 1-го и 2-го, из-за этого необходимо исследовать динамику только этих моментов. Предложенный нами подход не ограничивается построением уравнений для матрицы плотности или средних значений в рамках заданного анзаца — он также обеспечивает систематическое определение пертурбативных поправок к основным уравнениям. Хотя исследование сфокусировано на конкретной модели диссипативного осциллятора Керра, метод демонстрирует потенциал для обобщения на широкий класс систем, где динамика в нулевом приближении описывается гауссовскими каналами. Важной особенностью является интерпретация негауссовских эффектов в реальных системах как нелинейные гауссовские каналы. Это открывает перспективы для применения результатов в квантовой теории информации, где методы анализа непрерывных переменных наиболее развиты именно для гауссовских каналов [5].

В данной работе мы рассмотрели два режима системы: режим слабого внешнего поля , режим сильного внешнего поля . Также было показано, что хоть наш метод использует гауссовскую аппроксимацию он обеспечивает высокую точность предсказаний моментов операторов даже для сильно негауссовских - фоковских состояний.

**Примечание**

Работа выполнена при поддержке Фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС», грант № 24-2-1-44-1.

**Литература**

1. *Зубарев Д. Н., Морозов В. Г., Рёпке Г.* Статистическая механика неравновесных процессов. – М.: Физматлит, 2002.
2. *Semin V., Petruccione F.* Projection Operators in the Theory of Open Quantum Systems // Proceedings of SAIP. 2015. P. 539–544.
3. *Semin V., Petruccione F.* Dynamical and thermodynamical approaches to open quantum systems // Scientific reports (Nature). 2020. V. 10:2607. DOI: 10.1038/s41598-020-59241-7.
4. *Meretukov K. Sh., Teretenkov A. E.* On time-dependent projectors and on generalization of thermodynamical approach to open quantum systems // Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics. 2024. V. 324(1). P. 135–152. DOI: 10.1134/S0081543824010140
5. *Холево А. С.* Квантовые системы, каналы, информация. – М.: МЦНМО, 2010.