***Вывод нелинейных уравнений в теории открытых квантовых систем.***

***Меретуков Х.Ш.***

*Студент*

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

*E-mail:* [*violblink@gmail.com*](mailto:violblink@gmail.com#_blank)

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.

Существует несколько подходов к выводу уравнений, описывающих открытую систему. Одним из самых распространенных подходов является проекционный метод Накажимы-Цванцига. Он позволяет получить уравнения, не зависимые от вида проектора, а значит не зависимые от способа выделения подсистемы. Существует несколько способов выделения подсистемы. Один из них - обычное усреднение по степеням свободы окружения, соответствующий проектору Алджироса-Келли.

где – матрица плотности окружения.

Другой способ заключается в аппроксимации реальной матрицы плотности матрицей плотности, которая определяется неким набором параметров . Последний способ, как правило, базируется на проекторе Кавасаки-Гантона. В частности, на нём базируется разработанный недавно термодинамический подход к открытым квантовым системам [1]. Однако, нами был предложен обобщение проектора Кавасаки-Гантона, позволяющее рассматривать произвольные анзацы [2], параметризованные некоторыми наблюдаемыми, называемыми релевантными

В данной работе мы исследуем нелинейную модель для затухающего осциллятора (модель Керра с диссипацией)

Для того, чтобы сделать уравнения замкнутыми, мы используем для матрицы плотности гауссовский анзац, параметризованный средними от операторов рождения и уничтожения, а также произведений таких операторов. В условиях такого анзаца моменты степени больше 2 сводятся к произведению моментов 2-го и 1-го порядка на основе теоремы Вика. Важно то, что наш метод позволяет не только выводить уравнения для матрицы плотности или для указанных средних в предположении анзаца, но и последовательно вычислять пертурбативные поправки к этим уравнениям. Несмотря на то, что мы концентрируемся на конкретной модели, предполагается, что разработанные методы будут полезны и в общем случае, когда в нулевом приближении динамика описывается гауссовским каналом. Фактически данный подход позволяет эффективно смотреть на негауссовские каналы в реальных физических системах как на нелинейные, но гауссовские каналы. Это может быть важно с точки зрения квантовой теории информации, где наибольшие успехи в случае непрерывных переменных достигнуты именно для гауссовских каналов [3].

Работа выполнена при поддержке Фонда развития теоретической физики и математики «БАЗИС», грант № 23-2-1-34-1.

**Литература**

1. V. Semin, F. Petruccione. "Dynamical and thermodynamical approaches to open quantum systems." Scientific Reports 10.1 (2020): 2607.

2. Ш. Меретуков, А. Е. Теретёнков, “О зависящих от времени проекторах и обобщении термодинамического подхода в теории открытых квантовых систем”, Труды МИАН, 324, 2024 (принято к публикации); arXiv:2307.00607.

3. А.С. Холево Квантовые системы, каналы, информация. М.: МЦНМО, 2010.