УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Моделирование стохастической и диссипативной динамики квантовых систем

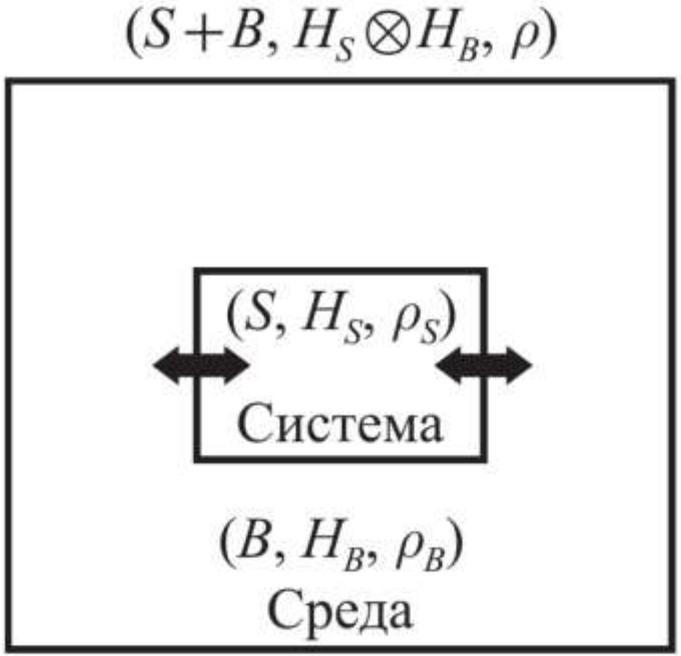
Ватутин Александр Дмитриевич

Введение

- В данной работе рассматривается модель гармонического затухающего осциллятора в двухмодовом взаимодействии через основное уравнение диссипативной динамики.

Квантовая открытая система

- S – квантовая открытая подсистема
- B – среда
- S+B – замкнутая система



Основное уравнение диссипативной динамики

- Гамильтониан системы S+B

$$H(t) = H_S \otimes I_B + I_S \otimes H_B + \hat{H}(t)$$

- Марковское основное квантовое уравнение

$$\frac{d}{dt}\rho_S(t) = \mathcal{L}\rho_S(t)$$

- Генератор квантовой динамической полугруппы

$$\mathcal{L}\rho_S = -i[H, \rho_S] + \sum_{k=1}^{N^2-1} \gamma_k \left(A_k \rho_S A_k^\dagger - \frac{1}{2} A_k^\dagger A_k \rho_S - \frac{1}{2} \rho_S A_k^\dagger A_k \right)$$

Затухающий гармонический осциллятор

- Свободная эволюция генерируется гамильтонианом системы $H_s = w_0 a^+ a$
- Соответственно основное уравнение в шредингеровском предст

$$
\begin{aligned}
\frac{d}{dt}\rho_S(t) = &-i\omega_0\left[a^\dagger a,\, \rho_S(t)\right] + \\
&+ \gamma_0(N+1)\left\{a\rho_S(t)a^\dagger - \frac{1}{2}a^\dagger a\rho_S(t) - \frac{1}{2}\rho_S(t)a^\dagger a\right\} + \\
&+ \gamma_0 N\left\{a^\dagger\rho_S(t)a - \frac{1}{2}aa^\dagger\rho_S(t) - \frac{1}{2}\rho_S(t)aa^\dagger\right\} \equiv \\
&\equiv \mathcal{L}\rho_S(t).
\end{aligned}
$$

Двухмодовый случай

- В двухмодовом случае коэффициенты превращают в матрицы и появляются всевозможные перестановки операторов рождения и уничтожения:

$$\frac{\partial \hat{\rho}}{\partial t} = -i \sum_{n,m} \frac{1}{2} \Omega_{nm} [\hat{a}_n^\dagger \hat{a}_m, \hat{\rho}]$$

$$- \sum_{n,m} \frac{1}{2} \Gamma_{nm} \Big((n_T + 1)(\hat{a}_n^\dagger \hat{a}_m \hat{\rho} + \hat{\rho} \hat{a}_n^\dagger \hat{a}_m - 2\hat{a}_m \hat{\rho} \hat{a}_n^\dagger)$$

$$+ n_T (\hat{a}_m \hat{a}_n^\dagger \hat{\rho} + \hat{\rho} \hat{a}_m \hat{a}_n^\dagger - 2\hat{a}_n^\dagger \hat{\rho} \hat{a}_m) \Big),$$

Уравнения для средних параметров стокса первого и второго порядка

- Первые моменты

$$\frac{\partial S_0}{\partial t} = -\Gamma_0(S_0 - 2n_T) - (\mathbf{\Gamma} \cdot \mathbf{S}),$$
$$\frac{\partial \mathbf{S}}{\partial t} = -\mathbf{\Gamma}(S_0 - 2n_T) - \Gamma_0\mathbf{S} + \mathbf{\Omega} \times \boldsymbol{S}$$

- Вторые моменты

$$\frac{\partial S^i S^j}{\partial t} = -\frac{i}{2}\Theta(i, j, \Omega) - \frac{n_T + 1}{2}\Theta(i, j, \varGamma) +$$
$$+ \sum_{m,s,t,p} S^i_{s,t}(-(n_T + 1)(S^j \varGamma)_{pm} + n_T(\varGamma S^j)_{pm}) < \hat{a}^+_s \hat{a}_m \hat{a}^+_p \hat{a}_t > +$$
$$\sum_{t,p}((n_T + 1)(S^i \varGamma S^j)_{p,t} + n_T(S^j \varGamma S^i)_{p,t} + S^i_{p,t} Tr(S^j \varGamma)) < \hat{a}^+_p \hat{a}_t > +$$
$$+ n_T Tr(S^j \varGamma S^i)$$

На будущее

- Рассмотреть средние параметров Стокса второго для простых систем на сфере стокса-пуанкаре
- Рассмотреть изменение средних параметров Стокса для фазового модулятора
- Рассмотреть “скрытые” поляризации для этих же систем

Спасибо за внимание!

www.ifmo.ru