

Определение характеристик телеграфного шума, действующего на квантово-механический наноосциллятор

Бессонова А.С.

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доц. Майзелис З.А.

Кафедра теоретической физики имени академика И.М. Лифшица

Затухание и декогеренция осцилляций представляют большой интерес при изучении различных резонаторов, от джозефсоновских переходов до нано- и оптомеханических систем [1]. В большинстве случаев, когда резонатор связан с термостатом, затухание колебаний связано с тепловыми флуктуациями (в амплитуде и фазе колебаний). Фазовый шум особенно важен, поскольку напрямую определяет чувствительность устройств, выполняющих функции детекторов, или стабильность прецизионных атомных часов [2]. Фазовые флуктуации могут происходить и из шума частоты, связанного с взаимодействием между вибрационными модами и двухуровневыми системами, случайной адсорбцией и десорбцией молекул с поверхности резонатора, диффузией их вдоль резонатора. Большой интерес вызывает идентификация шума, поскольку знание его статистики позволяет исследовать сопутствующие физические явления. Существующие методы исследования частотного шума позволяют находить его моменты, но не могут отделить шум частоты от термического шума, который часто преобладает в системах [3].

В нашей работе мы изучаем влияние телеграфного шума частоты на старшие моменты комплексной координаты осциллятора. Исследование именно статистики комплексной координаты позволяет отделить шум частоты от термического шума. Таким образом, анализ старших моментов такой координаты непосредственно позволяет исследовать характеристики частотного шума [4]. В работе найдены аналитически зависимости моментов второго, третьего и четвертого порядков от параметров шума, отстройки частоты вынуждающей силы, действующей на осциллятор, от его собственной частоты, амплитуды вынуждающей силы, а также коэффициента затухания.

Недавно группе экспериментаторов из Гонконга под руководством Хо Бан Чана удалось сконструировать наномеханический осциллятор (пластина размером 150×200 нм, частота 134024,383 рад/с), для которого с помощью гомодинной схемы были измерены моменты второго и третьего порядков. Полученные экспериментальные зависимости хорошо совпадают с результатами, полученными в нашей работе.

- [1] Clarke, J. & Wilhelm, F. K. Superconducting quantum bits. *Nature* **453**, 1031 (2008).
- [2] Rubiola, E. & Giordano, V. On the $1/f$ frequency noise in ultra-stable quartz oscillators. *IEEE T ULTRASON FERR* **54**, 15–22 (2007).
- [3] Fong, K. Y., Pernice, W. H. P. & Tang, H. X. Frequency and phase noise of ultrahigh Q silicon nitride nanomechanical resonators. *Phys. Rev. B* **85**, 161410 (2012).
- [4] Maizelis, Z. A., Roukes, M. L. & Dykman, M. I. Detecting and characterizing frequency fluctuations of vibrational modes. *Phys. Rev. B* **84**, 144301 (2011).