

УДК 004.942

Математическое моделирование стохастического процесса взаимодействия простых физических подсистем

Резцова А.М. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – кандидат ф.-м. наук, доцент Попов Е.Н.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Аннотация

В работе описываются процессы, протекающие при взаимодействии атома и электромагнитного поля с неклассическими свойствами. При этом электромагнитное поле характеризуется вектором напряжённости и содержит шумы. Математическая модель шума построена на численном моделировании стохастической динамики псевдослучайного процесса с заданным спектром мощности.

Введение. Математическое моделирование различных систем подразумевает под собой некоторый уровень абстракции, уменьшая вклад которого мы постепенно приближаемся к более точному описанию физики окружающего мира. В XX веке экспериментальным путем доказали существование квантовых флуктуаций в электромагнитном поле [Measurement of subpicosecond time intervals between two photons by interference, C. K. Hong, Z. Y. Ou, and L. Mandel, Phys. Rev. Lett. 59, 2044 – Published 2 November 1987]. Данная работа посвящена описанию и выявлению характера взаимодействия группы атомов со внешним электромагнитным полем, в котором учтена случайность изменения во времени. При этом поле обладает неклассическими свойствами. Оно характеризуется вектором напряжённости и содержит шумы. Задача атомной динамики во внешнем поле хорошо изучена на данный момент [Harper, W., “Optical Pumping” Rev. Mod. Phys., 1972], однако исследований с подробным численным решением было сделано недостаточно. Поэтому мы решили развить аппарат полуклассической оптики на эти случаи взаимодействия. Исследование процесса рассеяния электромагнитного поля на группах атомов является актуальным при создании квантовых газовых ячеек, используемых в магнитометрии, где группа атомов является чувствительным элементом.

Основная

часть.

Рассматривается многоуровневый атом в невозбужденном состоянии с разным количеством энергетических уровней, находящийся во внешнем электромагнитном поле с неклассическими свойствами - помимо гармонической составляющей в напряженности поля \square присутствует стохастическое слагаемое, характеризующее рассеяние величины во времени.

Классической моделью описания изменения состояния атома в пространстве и времени является уравнение Шредингера.

Аналитическое решение уравнения Шредингера представляется в приближении вращающейся волны. Однако при внесении случайной составляющей в вектор напряженности электромагнитного поля \square решение может быть получено только в численном виде. В частности, в работе используется метод трапеций решения систем дифференциальных уравнений.

Для возможности сравнения численного решения с аналитическим берется атом с двумя энергетическими уровнями, но также в рассмотрение включена модель, где количество уровней достигает 16 (атом рубидия Ru).

В процессе работы будет описано установление стационарной динамики в условиях шума; проведено численное моделирование процесса с целью поиска новых эффектов; рассмотрены различные варианты шума как случайного процесса, протекающего в ЭМ поле.

Выводы. В ходе моделирования рассеяния электромагнитного поля группой атомов предполагается обнаружить новые эффекты. Они могут возникнуть вследствие связи флуктуаций поля и флуктуации волновой функции атомов. Для наблюдателя эффекты должны проявиться в необычном спектре рассеянного поля, который отличается от спектра рассеяния атома без шумовой составляющей.

Резцова А.М. (автор)

Подпись

Попов Е.Н. (научный руководитель)

Подпись

