

Иванов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Модель двухуровневой системы в одномодовом квантованном поле – одна из наиболее простых, но широко распространённых и эффективных моделей для описания количественных характеристик взаимодействия между квантовой системой и резонансным внешним полем. Наиболее известное упрощение гамильтониана данной задачи связано с моделью Джейнса-Каммингса, которая имеет точное решение в рамках так называемого приближения вращающейся волны. Но точный анализ применимости данной модели обычно не рассматривается в конкретных приложениях, а интервал значений параметров системы, в котором результаты остаются правильными, до сих пор не определён. Более того, точные изолированные решения, найденные для двухуровневой системы подтверждают, что модель Джейнса-Каммингса не описывает особенностей точного спектра энергии системы в зависимости от константы взаимодействия атома с полем. Поэтому представляет интерес сравнение точного численного решения задачи о двухуровневой системе с широким интервалом параметров гамильтониана с результатами модели Джейнса-Каммингса. Для этого в данной работе будет использоваться операторный метод решения уравнения Шредингера.

Получено решение уравнения Шредингера для задачи о системе двухуровневых атомов в одномодовом электромагнитном поле без учёта приближения вращающейся волны в рамках операторного метода. Выражения для спектра энергии в предельных случаях совпадают с ранее опубликованными результатами. Решение, полученное в рамках операторного метода, является равномерно пригодным, то есть с достаточной степенью точности описывает поведение системы во всем интервале изменения параметров гамильтониана и амплитуды внешнего поля. Показана возможность и разработан алгоритм учёта точного интеграла движения данной задачи.

Разработан алгоритм учета поправок к нулевому приближению метода, показано, что поправки высоких порядков не ухудшают точность полученных результатов, что свидетельствует о сходимости предложенной итерационной схемы, хотя строгое математическое доказательство такой сходимости не приведено.

Получено аналитическое выражение для энергии системы в случае больших квантовых чисел, что соответствует взаимодействию атома с интенсивным электромагнитным полем.