

Каноническое квантование продольной компоненты электромагнитного поля.

В. Ю. Шишков^{1,2,3}, Е. С. Андрианов^{1,2}, А. А. Пухов^{1,2,3}, А. П. Виноградов^{1,2,3}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Всероссийский научно исследовательский институт автоматики им. Духова

³Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН

Понимание квантовой природы света является одним из главных достижений современной физики. Процедура квантования электромагнитного поля в вакууме предполагает следующую процедуру: всё электромагнитное поле разбивается на плоские волны, каждая из которых фактически представляет собой простой гармонический осциллятор, эти осцилляторы затем квантуется.

При квантовании электромагнитного поля в диссипативных диспергирующих средах вне зависимости от геометрии рассматриваемой задачи возникают две связанные друг с другом проблемы: первая - это квантование продольных полей, а вторая – это учёт диссипации среды. Продольные компоненты электромагнитного поля отсутствуют при квантовании в вакууме, а попытка описания диссипации энергии электромагнитного поля наивно должна приводить к неэрмитовым гамильтонианам. Обе эти проблемы являются следствием эффективного описания среды посредством введения диэлектрической и магнитной проницаемости.

Подход, рассмотренный здесь, состоит в непосредственном включении элементов среды в схему квантования ¹. Включение электронов происходит в полной аналогии с моделью Друде-Лоренца, среда задана в виде набора гармонических дипольных осцилляторов с затуханием. Отличие от широко известной модели Друде-Лоренца в том, что диссипация дипольных осцилляторов учитывается благодаря введению резервуара. Гамильтониан такой системы является эрмитовым. С помощью процедуры Фано диагонализации ^{2, 3} удаётся выделить элементарные коллективные возбуждения электромагнитного поля и среды. Благодаря тому, что такой подход является микроскопическим, электромагнитное поле в среде удаётся проквантовать канонически.

В данной работе проводится процедура канонического квантования электромагнитного поля в среде для случая однородной среды и металлического шарика. Показано, что как поперечные, так и продольные кванты полностью определяются эффективной диэлектрической и магнитной проницаемостью, кроме того квант электромагнитного поля в случае наличия диспергирующей диссипативной среды является размазанным по набору частот.

Литература

1. *B. Huttner and S. M. Barnett // Physical Review A – 1992. – V. 46. – P. 4306.*
2. *B. J. Dalton, S. M. Barnett, and B. M. Garraway // Physical Review A – 2001. – V. 64. – P. 053813.*
3. *S. Longhi // Physical Review B – 2009. – V. 80. – P. 165125.*