

ОТЗЫВ

На автореферат и диссертацию **Михаила Валерьевича Рыбина** «Резонансные эффекты в электромагнитных спектрах фотонных кристаллов и метаматериалов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Одним из важнейших направлений развития оптики является поиск путей управления светом на микро- и на наномасштабах. Так как фотоны не обладают зарядом, для управления их потоком требуются подходы, существенно отличающиеся от случая управления электронами. В настоящее время существуют два класса материалов, позволяющих осуществлять эффективный контроль над электромагнитными волнами посредством резонансных эффектов. Во-первых, это фотонные кристаллы – периодические структуры, в которых из-за периодичности появляются запрещенные зоны в электромагнитном спектре, как и в энергетическом спектре электронов в твердых телах. Во-вторых, метаматериалы, состоящие из искусственных «атомов», каждый из которых резонансно взаимодействует с электрическим или магнитным полем, что позволяет получать оптические свойства, недостижимые в обычных материалах. Кроме этого, интерес представляет изучение резонансного взаимодействия света с отдельными искусственными «атомами» или их комплексами. Диссертация М.В. Рыбина посвящена последовательному изучению этих **актуальных** вопросов современной оптики.

Среди **новых** результатов, полученных в диссертационной работе, отметить следующие:

1. разработка концепции фотонных фазовых переходов в двумерных диэлектрических структурах;

2. обнаружение резонансов Фано в одномерных и трехмерных системах с беспорядком.

Эти и другие результаты опубликованы в престижных международных журналах с высоким значением *impact factor*. Результаты исследований, составивших основу диссертационной работы, были широко представлены в российских и зарубежных научных журналах и прошли апробацию на российских и международных конференциях и совещаниях.

По автореферату и диссертационной работе у меня имеются следующие существенные замечания:

1. Положение №6, выносимое на защиту: «Эффект Парселла и сдвиг Лэмба в случае фотонных мод микрорезонаторов имеют классический аналог. Значения фактора Парселла для фотонных мод микрорезонатора и для квантовых объектов совпадают» и результат №9: «Продемонстрировано, что в микрорезонаторах эффект Парселла и лэмбовский сдвиг возникают для фотонных мод, описываемых в рамках классической физики при помощи уравнений Максвелла» не могут считаться оригинальными в части эффекта Парселла, так как в самой общей форме эквивалентность классического и квантового описания эффекта Парселла была доказана в работах [1-6,11]. Утверждение об эквивалентности сдвига уровней в классической и квантовой постановке задач (Лэмбовский сдвиг) является некорректным (см. [1],[6]) и возникает в двухуровневой упрощенной задаче, которая применительно к сдвигу уровней является патологической.

2. Положение №3, выносимое на защиту: «Резонансное рассеяние Ми на высокоиндексных диэлектрических объектах, имеющих форму тела вращения, представляет собой каскады резонансов Фано» и результат №8: «В однородных субволновых диэлектрических резонаторах цилиндрической формы теоретически были обнаружены высокодобротные суперрезонансные моды» не являются новыми, см, например, [7-9,11], где показано, что в диэлектрических резонаторах имеются высокодобротные моды с Фано

профилем и что при высоких показателях преломления физических радиус частицы со сверхвысокой добротностью может быть как угодно малым по сравнению с длиной волны в вакууме (см. также Рис 6.2 в [6] и Рис.5,6 в [8]). Более того, применительно к СВЧ диапазону такие малогабаритные резонаторы широко представлены на рынке (см., например, [10]).

Все это свидетельствует о поверхностном знании диссертантом основополагающих работ в данном направлении и не критическом отношении к полученным им результатам.

Несмотря на указанные недостатки, диссертация представляет собой научную работу высокого уровня, в которой содержится решение ряда задач, имеющих фундаментальное значение. Полагаю, что автор этой работы, Рыбин Михаил Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Литература:

1. Wylie J.M, Sipe. J.E. Quantum electrodynamics near an interface. I. – Phys. Rev. A, **30**(1984)1185.
2. Wylie J.M, Sipe. J.E. Quantum electrodynamics near an interface. II. – Phys. Rev. A, **32**(1985)2030.
3. V.V. Klimov, M. Ducloy, Allowed and forbidden transitions in an atom placed near an ideally conducting cylinder , Phys. Rev. A, **62** (2000) 043818.
4. V. V. Klimov, M. Ducloy, V. S. Letokhov, Spontaneous emission of an atom in the presence of nanobodies Quantum Electronics **31** (2001) 569 -586
5. V. V. Klimov, Spontaneous atomic radiation in the presence of nanobodies, Physics - Uspekhi, **46** (2003)979
6. Климов В.В. *Наноплазмоника*, Физматлит, 2009. - 480 с.
7. V. V. Klimov , M. Ducloy and V. S. Letokhov, Radiative frequency shift and linewidth of an atom dipole in the vicinity of a dielectric microsphere, Journal of modern optics, **43**(1996) 2251–2267

8. V.V. Klimov, Spontaneous emission of an excited atom placed near a “left-handed” sphere , Optics Communications, **211** (2002) 183–196
9. V.V. Klimov, M. Ducloy, V.S. Letokhov, Strong interaction of two-level atom with whispering gallery modes of dielectric microsphere: quantum consideration, Phys. Rev. A., **59** (1999) 2996-3014.
10. В. Геворкян, В. Кочемасов, Объемные диэлектрические резонаторы – основные типы, характеристики, производители, ЭЛЕКТРОНИКА: наука , технология , бизнес, №4 (00154) 2016, с.62-66
11. и другие публикации группы Климова.

Доктор физико-математических наук

Начальник отдела разработки оптических устройств нового поколения

ФГУП «ВНИИА»

В.В. Климов

Подпись Климова В.В. заверяю

Учёный секретарь ФГУП «ВНИИА»

С.И. Дубовик

Россия, 127055, г. Москва, Сущевская ул., д.22, ФГУП «ВНИИА»

Телефон: +7 (915) 075-96-52

E-mail: klimov256@gmail.com