

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации М.В. 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

Новые материалы фотоники, получившие названия фотонные кристаллы и метаматериалы, открывают обширные возможности по контролю над распространением электромагнитных волн, ранее описываемые лишь на страницах научной фантастики. Усиление и поглощение спонтанного излучения, создание высокочастотных микрорезонаторов, реализация маскирующих покрытий, делающих объекты невидимыми для наблюдателя, увеличение изображения с субволновым разрешением – далеко не полный список приложений фотонных кристаллов и метаматериалов. Фотонные материалы работают благодаря резонансным эффектам самой разной природы, исследованием которых и посвящена диссертационная работа М.В. Рыбина.

Первая глава описывает вычислительные методы, которые диссертант использует в следующих главах. Помимо известных методов, также описан оригинальный «метод обратной дисперсии», позволяющий строить комплексные зонные диаграммы, которые содержат эванесцентные моды в запрещенных зонах, связанных с резонансами в периодической структуре. Во второй главе рассматривается вопрос о появлении метаматериальных свойств у периодической структуры, являющейся квадратной решеткой диэлектрических цилиндров, при непрерывном изменении геометрических параметров и значения диэлектрической проницаемости цилиндров. Качественное отличие зонных диаграмм, типичных для фотонных кристаллов и для метаматериалов, позволило построить фазовую диаграмму «фотонный кристалл – метаматериал». В третьей главе приводится множество примеров резонансов Фано в фотонике, а также дана классификация различных резонансных явлений. Оригинальный результат главы состоит в том, что резонансное рассеяние Ми может быть описано как резонанс Фано. В четвертой главе рассматривается резонанс Фано в системах с беспорядком. При этом резонанс Фано возникает в результате интерференции брэгговского рассеяния (узкая линия) и рассеяния Фабри-Перо или рассеяния Ми, появляющихся в спектрах пропускания из-за беспорядка (широкополосный фоновый контур). В пятой главе рассматриваются резонансные эффекты, наблюдаемые в однородных диэлектрических цилиндрах. Во-первых, это интерференционное гашение

рассеяния, приводящее к эффективной невидимости цилиндрического объекта в некотором интервале частот. Во-вторых, предсказывается появление «суперрезонансных» мод, механизм формирования которых близок к механизму формирования связанных состояний в континууме. В шестой главе показано, что у микрорезонатора, образованного точечным дефектом в фотонном кристалле и имеющего связь с волноводом, можно изменять добротность, внося дефекты в волновод вдали от микрорезонатора. При этом изменение добротности описывается фактором Парселла, также как и для квантовых систем.

Анализ результатов диссертации, их опубликование в высокопрофессиональных рецензируемых журналах (27 статей в журналах с импакт-фактором, включая Nature, Nature Photonics, Nature Communications, Physical Review Letters, Laser & Photonics Reviews) и в докладах на многочисленных международных конференциях подтверждают их высокое качество, актуальность и научную новизну.

Автореферат написан хорошим, понятным языком; видно, что работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Считаю, что М.В. Рыбин заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Заместитель директора по международной деятельности
НИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ,
доктор физико-математических наук

Григорьев Сергей Валентинович

Ученый секретарь
Воробьев С.И.