

ОТЗЫВ официального оппонента

о диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Дарьи Владленовны Пополитовой на тему **“Особенности возбуждения атомных и наноструктурных систем неклассическими электромагнитными полями”** по специальности 01.04.15 – **«Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика»**

Диссертация Д. В. Пополитовой посвящена теоретическому исследованию взаимодействия трехуровневых атомных или атомно-подобных структур с неклассическими резонансными или квазирезонансными полями различных конфигураций. В качестве состояний квантованного поля рассматриваются либо когерентные состояния, либо состояния типа сжатого вакуума в резонаторе или в полости очень небольшого размера.

В настоящее время возможно экспериментальное получение различных неклассических состояний электромагнитного поля. Поэтому их взаимодействие с атомными и наноструктурными системами вызывает большой фундаментальный и практический интерес. Это обусловлено уникальными свойствами таких полей, а также возможностью обнаружения новых физических эффектов или особенностей уже известных явлений, проявляющихся в квантованных электромагнитных полях. Фактически речь идет о вкладе в развитие нового научного направления, посвященного взаимодействию неклассических состояний света с различными квантовыми системами. Таким образом, **актуальность темы** диссертационной работы не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из Введения, 5 глав, Заключение и списка цитируемой литературы.

В работе исследована эволюция населенностей атомных уровней, структуры самих квантованных полей и степени перепутывания атомно-полевых состояний, возникающие в процессе взаимодействия атомной и полевой подсистем. Один из наиболее интересных результатов этого исследования – это обнаруженные эффекты “коллапса” и “возрождения” осцилляций населенностей уровней при задании квантовых состояний полей в виде когерентных состояний. Многие особенности этого явления детально проанализированы. Например, показано, что при замене когерентных состояний поля на состояния сжатого вакуума эффекты коллапса и возрождения пропадают.

Другой результат, который я хотел бы отметить, - это фазовые преобразования квантованных полей в процессе взаимодействия атомами. Показано, что взаимодействие с атомной системой двух резонансных квантованных полей разных частот может приводить к переносу фазовых соотношений внутри одной из частотных мод поля на фазовые соотношения внутри другой моды. Данный эффект рассматривается как пример использования атомной системы для передачи информации, записанной в свойствах поля в одной из двух мод, в другую моду. Предполагается что данный эффект или его обобщения могут быть полезны для практических приложений в задачах квантовой информатики.

Особое место занимает в диссертации глава 5, где также в рамках трехуровневой системы обсуждается возможность реализации переворота спина в Джозефсоновском кубите с помощью короткого импульса постоянного магнитного поля, что может быть важно для приложений.

В целом, теоретические результаты, полученные в диссертации, многочисленны и интересны. Вполне вероятно, что в будущем они найдут свое подтверждение и реализацию в эксперименте, а также, возможно, в практических приложениях в качестве инструментов для хранения, обработки и передачи информации. Результаты опубликованы в 5 статьях, 4 из которых – в журналах категории “квартиль 2”.

Таким образом, в диссертации получен целый ряд важных приоритетных результатов, **новизна** и высокая **научная значимость** которых, не вызывает сомнений. Результаты получены **впервые**. Высокая степень **обоснованности и достоверности научных положений и выводов** диссертационной работы подтверждается использованием обоснованных теоретических подходов, публикацией результатов в высокорейтинговых рецензируемых международных научных журналах, а также апробацией полученных результатов на отечественных и международных конференциях.

При общей, несомненно положительной, оценке диссертационной работы у меня есть и несколько замечаний. Во-первых, при исследовании явлений коллапса и возрождения осцилляций населенностей атомных уровней остается ряд вопросов. Например, это вопрос о том, чем определяются длительности областей с

интенсивными осцилляциями и длительности областей отсутствия осцилляций (коллапса). Также есть вопрос о том как зависит структура коллапса и возрождений от средних чисел фотонов в когерентных состояниях. Можно надеяться, что поиск ответов на эти вопросы станет одним из предметов исследований в дальнейшей научной работе автора диссертации.

Во-вторых, есть пара замечаний терминологического характера. В начале главы 2 на стр. 26 после уравнения (1) автор использует термин “полевая координата” q в определении энергии взаимодействия атома с полем. Вообще-то это жаргон, которого, по-моему, следовало бы избегать. На самом деле понятно, что в этом случае речь идет об осцилляторной модели многофотонного состояния квантованного поля. Поэтому q – это не координата поля, а координата осциллятора, ассоциируемая с одной из квадратур квантованного поля, равной сумме операторов рождения и уничтожения фотона. Не сомневаюсь, что автор все это прекрасно понимает, но без таких разъяснений термин “полевая координата” режет слух.

Аналогичная терминологическая претензия есть у меня к термину “поточный кубит” на стр. 100 в пункте 6 основных результатов. Я думаю, что это тоже жаргон, без разъяснений остающийся непонятным.

Наконец, при записи выражений для когерентных состояний и состояний типа сжатого вакуума [уравнения (9) - (11) главы 2], имело бы смысл привести ссылки. Например, на книгу Л. Манделя и Э. Вольфа “Оптическая когерентность и квантовая оптика”.

Разумеется, приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации Д. В. Пополитовой и не умаляют значимости диссертационного исследования. Считаю, что данная диссертация – это вполне законченная научно-квалификационная работа, отвечающая всем требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.15 – «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также

оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Д.В. Пополитова заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.15 – «Физика и технология наноструктур, атомная и молекулярная физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор
главный научный сотрудник Отдела мощных лазеров федерального
государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова
Российской академии наук»

Федоров Михаил Владимирович



30.11.2020

Контактные данные:

тел.: , e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.21 – «Лазерная физика»

Адрес места работы:

119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный
исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова
Российской академии наук»

Тел.:

E-mail:

Подпись главного научного сотрудника Отдела мощных лазеров федерального
государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова
Российской академии наук» М. В. Федорова удостоверяю:

Временно исполняющий обязанности Ученого секретаря федерального
государственного бюджетного учреждения науки Федерального
исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова
Российской академии наук»
доктор физико-математических наук



В. В. Глушков