

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.Н. Литвинова

« Нелинейные оптические резонансы при возбуждении квантовых систем многочастотным лазерным излучением в средах с различной оптической плотностью», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертационная работа А.Н. Литвинова посвящена проблеме взаимодействия многочастотного оптического излучения с квантовыми системами, включающими щелочные атомы в ячейках конечных размеров, буферный газ и антирелаксационные покрытия на стенках. Особое место в работе занимает проблема формирования резонансов когерентного пленения населённостей (КПН) в системах как без буферного газа, так и в его присутствии.

В рамках уравнения движения для матрицы плотности в координатном представлении, описывающего воздействие двухчастотного лазерного излучения на квантовую систему при заданных граничных условиях проведено численное моделирование параметров КПН резонанса. В частности, показано, что при граничных условиях полного гашения возникает эффект лазерно-индуцированного сужения резонансной линии, а механизм сужения Дике оказывается подавлен, тогда как при зеркально-когерентных граничных условиях могут проявляться оба эффекта. Теоретические результаты подтверждены экспериментально, а способ возбуждения резонанса КПН актуален для разработок рубидиевых стандартов частоты (автором диссертации получен патент на изобретение).

Наряду с изучением простых моделей взаимодействия оптического излучения с квантовой системой, в диссертации обобщается теория эффекта КПН для оптически плотных сред с учетом столкновений щелочных атомов с атомами буферного газа, стенками ячейки и между собой. Для оптически плотной среды, представляющей собой газовую ячейку с щелочными атомами и буферным газом, построена модель переноса немонахроматического излучения накачки. Исследовано влияние конечной оптической толщины на форму линии резонанса КПН, его параметр качества, и стабильность квантового стандарта частоты.

Исследования дисперсионных свойств диэлектрической проницаемости оптически плотной среды в присутствии трёхфотонных резонансов позволили определить области параметров, при которых реализуется немонотонная зависимость интенсивности излучения по мере распространения через ячейку. В условиях эффекта КПН при наведении оптической анизотропии детально изучены эффекты дихроизма и двулучепреломления, которые обуславливают сдвиги резонанса КПН.

Оригинальным результатом диссертации следует считать развитие теории резонансных КПН для нестационарных возбуждений в оптически плотных средах. Показано, что световые сдвиги рамсеевских резонансов неэквидистантны с увеличением оптической плотности среды, и предложен метод компенсации световых сдвигов.

Представленная теория резонансного взаимодействия щелочных атомов с лазерным излучением в оптически плотной среде позволяет построить количественную модель таких метрологических устройств, как компактные квантовые стандарты частоты и гироскопы на эффекте прецессии ядерного спина, использующие оптическое детектирование ядерной намагниченности.

В целом диссертация А.Н. Литвинова представляет фундаментальное физико-математическое исследование, в котором сочетаются анализ и численное моделирование для матрицы плотности, а результаты сопоставляются с реальным экспериментом. Защищаемые положения адекватно отражают содержание диссертации, а сама работа является законченным исследованием. По материалам диссертации опубликовано 32 статьи в ведущих российских и зарубежных журналах. Результаты диссертации многократно докладывались на международных и отечественных научных конференциях.

Диссертационная работа А.Н. Литвинова по своей актуальности, новизне, научной и практической ценности полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Андрей Николаевич Литвинов, безусловно, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
ФГБУН Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

А. Вершовский – Вершовский
02.03.2020 Антон Константинович

Адрес: 194021 Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26
Тел.: (812) 297-3104 E-mail: antver@mail.ioffe.ru

Подпись А. К. Вершовского удостоверяю

