

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИАиЭ СО РАН,

член-корреспондент РАН

Бабин Сергей Алексеевич

2018г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской Академии наук (ИАиЭ СО РАН).

Диссертация «Обратная связь с переключением фазы в системах квантовой оптики и конденсированных атомов» выполнена в лаборатории нелинейной спектроскопии ИАиЭ СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель работал в ИАиЭ СО РАН в должности инженера-программиста.

В 2014 окончил Новосибирский государственный университет (НГУ) по направлению подготовки 011200 «Физика» и поступил в аспирантуру физического факультета НГУ по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», специальность «Оптика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 году в НГУ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Ильичёв Леонид Вениаминович, в.н.с. лаборатории нелинейной спектроскопии газов ИАиЭ СО РАН.

Диссертация «Обратная связь с переключением фазы в системах квантовой оптики и конденсированных атомов» была рассмотрена на межлабораторном семинаре учебно-научного центра «Квантовая оптика» ИАиЭ СО РАН 13 сентября 2018 года.

На семинаре присутствовали:

Шалагин Анатолий Михайлович, акад. РАН, ИАиЭ СО РАН

Шапиро Давид Абрамович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Перминов Сергей Вадимович, к.ф.-м.н., ИФП СО РАН

Коткин Глеб Леонидович, д.ф.-м.н., НГУ

Царев Андрей Владимирович, д.ф.-м.н., ИФП СО РАН

Немыкин Антон Владимирович, м.н.с., ИАиЭ СО РАН

Подивилов Евгений Вадимович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Чаповский Павел Львович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Каблуков Сергей Иванович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Немов Илья Николаевич, инженер-программист, ИАиЭ СО РАН

Лобач Иван Александрович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Ватник Илья Дмитриевич, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Ростом Аихам Махмуд, аспирант, НГУ

Ильичёв Леонид Вениаминович, д.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Сапрыкин Эдуард Геннадьевич, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Микерин Сергей Львович, к.ф.-м.н., ИАиЭ СО РАН

Прудников Олег Николаевич, д.ф.-м.н., ИЛФ СО РАН

По результатам рассмотрения диссертации принято следующее заключение

Актуальность

Обратная связь в квантовых системах является важной областью современных теоретических и экспериментальных исследований. Она находит применения в задачах инженерии экзотических квантовых состояний, квантовой информатике, оптомеханике, атомном охлаждении. Одним из подходов к организации обратной связи в квантовых системах является выбор управляющего воздействия на основе оценок, извлекаемых из управляемой системы путем проведения над ней измерений. Для квантовых систем, которые, как правило, содержат в себе элементарные излучатели – атомы или молекулы, наиболее естественными наблюдаемыми являются характеристики испускаемого ими спонтанного излучения. Поэтому представляет интерес исследование обратной связи, действующей импульсно и иницируемой регистрациями спонтанных событий. Кроме того, ввиду сложности динамики квантово-оптических систем, представляет интерес их искусственная модификация при помощи обратной связи для обнаружения новых явлений и эффектов. Именно теоретическое исследование эффектов обратной связи, основанной на скачкообразных переключениях параметров управляемой системы (в частности, фаз классических электромагнитных полей), возникающих в системах одиночных излучателей и мод электромагнитного поля, и было выбрано в качестве цели диссертационной работы В.А. Томилина.

Поскольку введение в систему устройств, реализующих действие обратной связи, неизбежно делает систему открытой, то надлежащее описание квантовой обратной связи должно строиться на теории открытых квантовых систем. В.А. Томилиным предложено использовать для этого понятие т.н. гибридных систем, состоящих из квантовой части (непосредственно квантовой системы, подлежащей управлению) и классической части

(измерительного прибора, задающего состояние цепи обратной связи). Как было продемонстрировано в диссертационной работе, данный метод является мощным инструментом для анализа систем с обратной связью и позволяет во многих случаях далеко продвинуться по пути получения аналитических выражений для характеристик состояния управляемых систем различной природы.

Личное участие соискателя

При выполнении работы В.А. Томилин самостоятельно решал поставленные задачи, принимал активное участие в обсуждении результатов и подготовке статей. В ходе выполнения диссертационной работы В.А. Томилин проявил себя квалифицированным научным сотрудником, способным самостоятельно проводить исследования на высоком научном уровне.

Новизна

В работе впервые использована теория гибридных квантово-классических систем для описания методов управления на основе обратной связи. Рассмотрены ее применения к разнообразным квантово-оптическим системам - от одиночных двухуровневых атомов до конденсатов Бозе-Эйнштейна и квантованных мод электромагнитного излучения. Показано, что обратная связь импульсного типа в таких системах приводит к необычным, ранее не наблюдавшимся модификациям их спектральных и статистических свойств.

Степень достоверности

Все полученные результаты не противоречат известным научным положениям, теоретическим результатам и экспериментам других работ. Теоретические результаты получены с использованием современных теоретических подходов и методов. Сформулированные в диссертации научные положения и выводы обоснованы полученными результатами.

Практическая значимость

Результаты диссертационной работы, безусловно, имеют практическую значимость, а именно:

1. Развита методика к описанию систем с импульсной обратной связью, основанная на аппарате гибридных кинетических уравнений, и продемонстрирована ее эффективность.
2. Показана возможность получения устойчивых к варьированию амплитуды внешнего поля пиков триплета резонансной флуоресценции, которые могут быть использованы в качестве реперов частоты.
3. Обнаружены узкие структуры, возникающие в зависимости работ полей от частот Раби в Λ -схеме двухполевой спектроскопии, имеющие потенциал использования для разработки новых методов стабилизации частот.

Соответствие специальности

Диссертационная работа соответствует специальности 01.04.05 «Оптика», т.к. тематика и методы исследования соответствуют паспорту специальности в части физико-математических наук.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты работ по теме диссертации были доложены на следующих конференциях:

XLIX Международная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс" (Новосибирск, 16-20 апреля 2011); Международная конференция по когерентной и нелинейной фотонике "ICONO/LAT 2013" (Москва, 18-22 июня 2013); Всероссийская конференция "Физика ультрахолодных атомов - 2015" (Новосибирск, 21-22 декабря 2015); Всероссийская конференция "Физика ультрахолодных атомов - 2016" (Новосибирск, 19-21 декабря 2016); VII Международный симпозиум "MPLP-2016" (Новосибирск, 22-28 августа 2016); XV международная конференция по квантовой оптике и квантовой информатике "ICQOQI'2017" (Минск, 20-23 ноября 2017); Всероссийская конференция "Физика ультрахолодных атомов - 2017" (Новосибирск, 18-20 декабря 2017).

Результаты работы в полном объеме отражены в 10 работах, опубликованных в российских и зарубежных научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией:

1. Томилин В.А., Ильичёв Л.В., Резонансная флуоресценция двухуровневого атома в цепи обратной связи// Письма в ЖЭТФ. - 2011. - Т. 94. - вып. 9.- С.734-737.
2. Томилин В.А., Ильичёв Л.В., Статистика резонансной флуоресценции пары атомов в цепи обратной связи// ЖЭТФ. - 2013. - Т.143. - вып. 2. - С.211-215.
3. Томилин В.А., Ильичёв Л.В., Статистика резонансной флуоресценции двухуровневого атома в цепи обратной связи// Доклады Академии Наук. - 2013. - Т.452. - вып.4. - С.282-284.
4. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Peculiarities of resonance fluorescence statistics for a two-level atom in frequency selective feedback loop// Ann. Phys. (Berlin). - 2014. - V.526. - issue 11-12. - pp.520-526.
5. Томилин В.А., Ильичёв Л.В., Квантованная оптическая мода в цепи обратной связи с переключением фазы// Письма в ЖЭТФ. - 2014.- Т. 100. - вып. 11. - С.858-862.
6. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., BEC Dynamics in a Double-Well with Interferometric Feedback// Ann. Phys. (Berlin). - 2016. - V.528. - issue 7-8. - pp.619-625.
7. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., The stationary resonance fluorescence of a two-level atom in a cat-state field// Opt. Commun. - 2016. - V.375. - pp.38-42.
8. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Λ -scheme feedback spectroscopy// Opt. Commun. - 2017. - V.391. - pp.57-62.

9. Томилин В.А., Ильичёв Л.В., Спектроскопия Λ -атома с использованием обратной связи// Квантовая Электроника. – 2017. – Т. 47. - С. 474–478.
10. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Correlations of photoemissions in a multi-atomic ensemble driven by a cat-state field// Phys. Rev. A. - 2017. - V.96 - p. 063805.

Также результаты работы опубликованы в 4 сборниках трудов конференций:

1. Томилин В.А., О спектре резонансной флуоресценции двухуровневого атома в цепи обратной связи/ Материалы XLIX Международной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс" - физика. - 2011. - С.134.
2. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Resonance Fluorescence of One and Two Atoms in Feedback Loop/ "ICONO/LAT 2013" technical digest – IFP2. - 2013. - p.114.
3. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Elementary spectroscopic effects in a cat-state field/ "MPLP-2016" technical digest. - 2016.
4. Tomilin V.A., Il'ichov L.V., Spectral and statistical properties of photo-emissions from multiatomic ensembles in a cat-state field/ "ICQOQI'2017" technical digest. - 2017.

Диссертация «Обратная связь с переключением фазы в системах квантовой оптики и конденсированных атомов» Томилина Владимира Александровича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «01.04.05 Оптика».

Председатель семинара

Академик РАН



Шалагин А.М.