

Отзыв научного руководителя на диссертационную работу Белинского Л.В. «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ВЫСОКОТОЧНОЙ ТОМОГРАФИИ КВАНТОВЫХ СОСТОЯНИЙ»

Целью диссертационной работы Белинского Л.В. была разработка методов, алгоритмов и программ для получения высококачественных протоколов томографии квантовых систем. Такого рода исследования имеют важное значение для обеспечения качества и эффективности квантовых методов обработки информации. В работе решено несколько задач, имеющих существенное научное и практическое значение.

Разработаны новые протоколы томографии квантовых состояний, основанные на решении оптимизационной задачи, аналогичной задаче Томсона. Было показано, что полученное семейство протоколов содержит в себе такие важные наборы, как симметричные информационно полные положительно-значные операторные меры и полные наборы взаимно несмещённых базисов. Разработанные методы, алгоритмы и программы обеспечивают контроль квантовых состояний с точностью, близкой к фундаментальному пределу, допускаемому квантовой механикой.

На основе принципа дополнительности Н. Бора с использованием формализма дробного преобразования Фурье выполнен анализ взаимно-дополнительных квадратурных квантовых измерений. Разработан новый метод восстановления квантового состояния электромагнитного поля по результатам взаимно-дополнительных оптических квадратурных измерений. В рамках корневого подхода к квантовым измерениям разработаны методы, алгоритмы и программы, направленные на существенное улучшение томографии квантовых состояний. Были выполнены численные эксперименты, демонстрирующие существенное превосходство разработанных средств по сравнению с описанными в литературе.

Разработаны методы, алгоритмы и программы для оптимальной аппроксимации бесконечномерного квадратурного квантового состояния посредством конечномерной модели, в основе которой лежит использование базиса из сдвинутых сжатых фоковских состояний. Оценки параметров сдвига и сжатия, а также коэффициентов разложения осуществлялись методом максимального правдоподобия в рамках корневого подхода. Было показано, что переход от квадратурной наблюдаемой к накопленным вероятностям превращает квадратурное распределение в равномерное распределение. Выбор оптимальной размерности гильбертова пространства достигался посредством применения критерия адекватности хи-квадрат для сравнения полученного квадратурного распределения и равномерного распределения.

Выполнено исследование методов томографии смешанных квантовых состояний света, со статистикой фотонов подчиняющейся гамма-компаунд распределению Пуассона. С использованием метода производящих функций

вычислены распределения вероятностей, моменты и корреляционные функции. Развита теория корреляционных функций высокого порядка для состояний с многофотонным отщеплением. Разработаны методы, алгоритмы и программы для квадратурных измерений таких состояний. Развита теория для квадратурной плотности вероятности теплового состояния света, а также состояний, получаемых после уничтожения в нем произвольного заданного числа фотонов. В рамках метода максимального правдоподобия с использованием формализма матриц информации Фишера получены доверительные области для совместного распределения параметров реконструированной модели. Произведено сравнение двух подходов к оценке параметров состояний, основанных соответственно на методе моментов и методе максимального правдоподобия. Разработанные методы, алгоритмы и программы были применены к анализу численных экспериментов, а также к анализу лабораторных экспериментальных данных для тепловых состояний с отщеплением до десяти фотонов. Разработана многоуровневая иерархическая модель для компаунд-распределений Пуассона. Было показано, что уточненная двухуровневая модель более адекватно отражает экспериментальные данные по сравнению с идеальной одноуровневой теорией.

В ходе работы соискатель показал хорошие знания и способности в области математического моделирования и программирования. Проявил трудолюбие и высокую мотивацию к научным исследованиям.

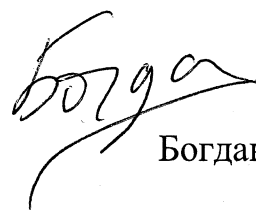
Белинский Леонид Владимирович зарекомендовал себя как сложившийся специалист, обладающий должной квалификацией в области квантовых методов обработки информации.

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной научной задачи: разработка методов и алгоритмов для получения высококачественных протоколов томографии квантовых систем.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в российской и зарубежной научной печати и доложены на международных и российских научных конференциях.

Белинский Леонид Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.027.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Научный руководитель,
д.ф.-м.н., профессор кафедры
квантовой физики и наноэлектроники МИЭТ



Богданов Ю. И.