

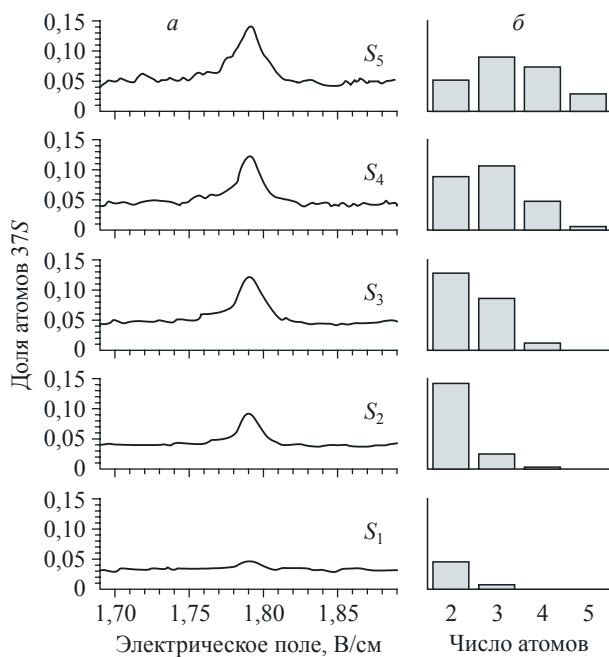
Исследование физических принципов функционирования кубитов квантового компьютера на основе холодных нейтральных атомов и эффекта Джозефсона (координатор докт. физ.-мат. наук И. И. Рябцев; ИФП, ИЛФ, ИАиЭ)

Получены новые теоретические и экспериментальные результаты по лазерному охлаждению и захвату щелочных и щелочноземельных атомов для создания регистра кубитов квантового компьютера, лазерной и микроволновой манипуляции кубитами на основе нейтральных атомов, исследованию дальнедействующих взаимодействий между ридберговскими атомами и изучению трехслойных джозефсоновских структур для создания сверхпроводящих кубитов. Основными результатами являются наблюдение резонанса Ферстера при взаимодействии двух ридберговских атомов Rb и разработка принципов квантовых операций на их основе, а также получение первого в России бозе-эйнштейновского конденсата (БЭК) атомов Rb.

Резонанс Ферстера $37P + 37P \rightarrow 37S + 38S$ наблюдался при коллективном взаимодействии одного—пяти холодных ридберговских атомов Rb в магнитооптической ловушке. Он проявлялся как узкий пик в зависимости доли атомов в конечном состоянии $37S$ от электрического поля. Отдельные атомы регистрировались методом селективной полевой ионизации. Хорошее согласие теории и эксперимента позволило определить число реально взаимодействующих атомов, с учетом конечной эффективности детектора. Оказалось, что спектры S_1 и S_2 обусловлены взаимодействием всего двух атомов. Это первое наблюдение электрически управляемого резонанса Ферстера для двух ридберговских атомов.

БЭК атомов Rb получен на основе нескольких последовательных стадий охлаждения. На первом этапе магнитооптическая ловушка захватывала и охлаждала атомы до температуры 200 мкК. Затем атомы переносились

в специальную магнитную ловушку, где осуществлялось их ВЧ-охлаждение вплоть до критической фазовой плотности более 1 (температура ~ 350 нК) и возникновения БЭК. Полученный конденсат содержал 10^5 — 10^6 атомов Rb. Наблюдались три ключевых признака БЭК: 1) резкое возрастание фазовой плотности вблизи критической температуры; 2) появление двухмодального пространственного распределения атомов вблизи критической температуры; 3) анизотропный разлет БЭК при свободном падении конденсированных атомов.



Спектры резонанса S_1 — S_5 Ферстера $37P + 37P \rightarrow 37S + 38S$ в ридберговских атомах Rb для одно—пяти зарегистрированных атомов (а) и теоретическое распределение вероятностей для реального числа взаимодействующих атомов (б).