

## ЛАЗЕРНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ГАЗОВ В МАГНИТООПТИЧЕСКИХ ЛОВУШКАХ. ПРОЕКТ № 8

**Координаторы:** д-р физ.-мат. наук Чаповский П. Л., канд. физ.-мат. наук Рябцев И. И.  
**Исполнители:** ИАиЭ, ИФП СО РАН

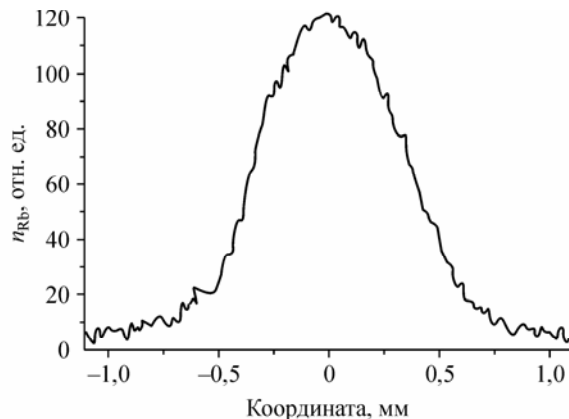
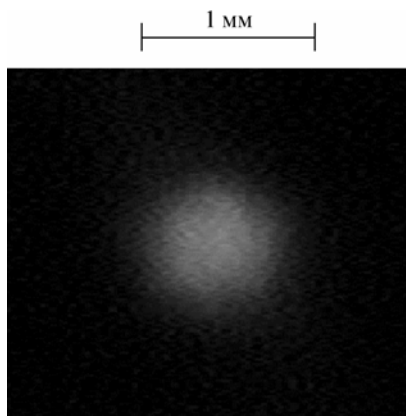
Лазерное охлаждение нейтральных атомов в ловушках является ключевым для многих разделов современной атомной физики. Однако из-за сложности и высокой стоимости этой техники до нашего проекта экспериментальные работы по этой тематике в России отсутствовали. В ходе выполнения проекта в наших институтах созданы две магнитооптические ловушки для атомов рубидия, системы контроля и диагностики холодных атомов и начато выполнение первых экспериментов с ними. В ловушках получен захват более  $2 \cdot 10^8$  атомов при плотности  $2 \cdot 10^{11}$  ат./см<sup>3</sup> и температуре около 100 мК. Размер облака холодных атомов составляет от 140 мкм до 1 мм, в зависимости от режима работы ловушек. Ловушка, запущенная в ИФП, оказалась первой в России.

Впервые выполнены эксперименты по микроволновой спектроскопии магнитодипольных переходов в холодных атомах рубидия. Обнаружен узкий микроволновый резонанс, обусловленный уходом атомов в «тем-

ные» состояния (состояния когерентного пленения населенности) в центре облака при настройке лазера перекачки в схеме охлаждения на «темный» переход.

Реализованы специфическая модификация магнитооптической ловушки, темная ловушка и методика ее быстрого (за 0,2 с) заполнения с использованием импульсной фотодесорбции рубидия с поверхности. В такой ловушке достигнута высокая оптическая плотность холодных атомов, равная примерно 10, что открывает широкие перспективы для наших будущих спектроскопических исследований холодных атомов. Изображение облака захваченных атомов рубидия и пространственное распределение их плотности в темной ловушке приведены на рисунке.

Теоретически и экспериментально обоснована перспективность применения холодных ридберговских атомов для создания логических элементов квантового компьютера, определены оптимальные параметры атомов. Тео-



Флуоресценция и пространственное распределение плотности атомов рубидия в темной магнитооптической ловушке.

Fluorescence and spatial distribution of rubidium atom density in the dark magneto-optical trap.

ретически предсказаны появление «перепутанных» квантовых состояний атомов при их спонтанном испускании и возникновение ра-

диационных сил нового типа для холодных атомов, подверженных эффекту когерентного пленения населенностей.

### Основные публикации

1. *Энтин В. М., Рябцев И. И.* Микроволновая спектроскопия холодных атомов рубидия// Письма в ЖЭТФ. 2004. Т. 80. С. 184—189.
2. *Энтин В. М., Рябцев И. И.* Микроволновая спектроскопия магнитооптической ловушки для атомов  $^{85}\text{Rb}$ // Изв. РАН. Сер. физика. 2005. Т. 69, № 8. С. 1086—1089.
3. *Ryabtsev I. I., Tretyakov D. B., Beterov I. I.* Applicability of Rydberg atoms to quantum computers// J. Phys. B. 2005. V. 38. P. S421—S436.
4. *Пермякова О. И., Яковлев А. В., Чаповский П. Л.* Стабилизированный по частоте полупроводниковый лазер с внешним резонатором// Квантовая электроника. 2005. Т. 35. С. 449—453.
5. *Чаповский П. Л.* Компактная магнитооптическая ловушка для атомов рубидия// ЖЭТФ. 2005. Т. 127. С. 1035—1045.
6. *Ильичев Л. В.* Динамический эффект столкновения фазы в газе холодных «темных» атомов// Письма в ЖЭТФ. 2005. Т. 81. С. 263—267.