

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ  
И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

**(22 — 23 апреля 1987 г.)**

22 и 23 апреля 1987 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

*22 апреля*

1. В. И. Б а л ы к и н, В. С. Л е т о х о в. Лазерная оптика пучков нейтральных атомов.
2. Ю. Е. Л о з о в и к. Ионные и электронные кластеры.
3. В. Б. Б р а г и н с к и й. Разрешение в макроскопических измерениях и оптический микрорезонатор \*).

*23 апреля*

4. В. А. Н о с к и н. Лазерная корреляционная спектроскопия квазиупругого рассеяния.
5. А. В. Л о м а к и н. Изучение внутренней динамики макромолекул методом корреляционной спектроскопии.
6. Е. Б. А л е к с а н д р о в, В. С. З а п а с с к и й. Магнитный резонанс в шумах интенсивности рассеянного света.

Краткое содержание пяти докладов приводится ниже.

---

\*) Текст доклада будет опубликован в одном из последующих номеров журнала УФН. (Примеч. ред.)

[539.188+621.378.325](048)

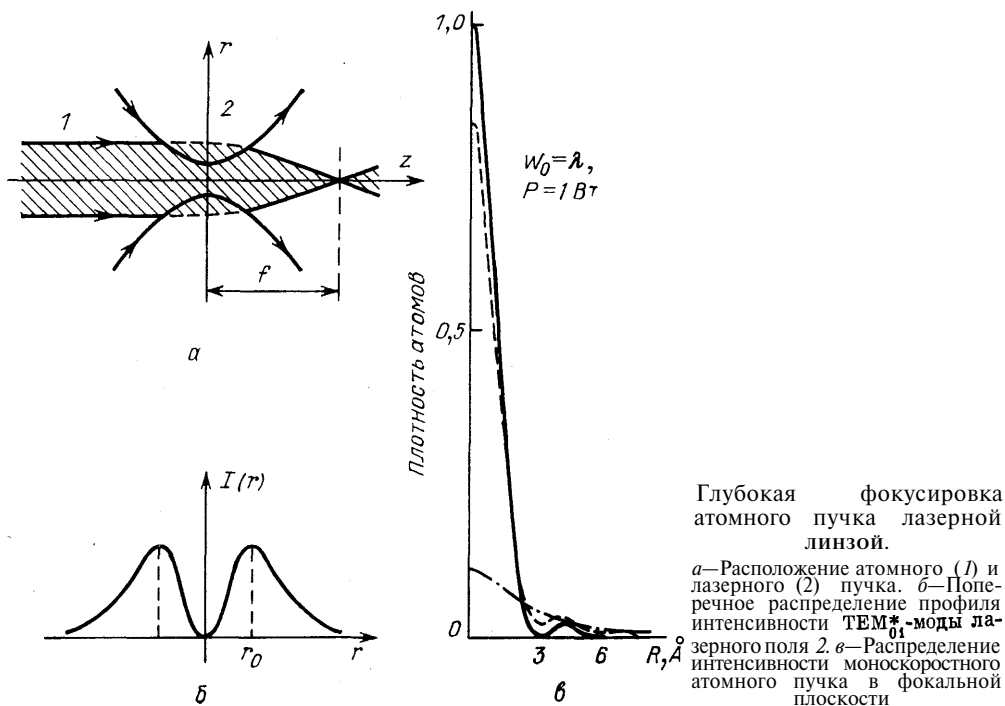
**В. И. Балыкин, В. С. Летохов.** Л а з е р н а я о п т и к а п у ч к о в н е й т р а л ь н ы х а т о м о в . Доклад содержит результаты экспериментальных и теоретических исследований по созданию оптики нейтральных атомных пучков с помощью лазерного излучения. Рассматриваются вопросы коллимации, фокусировки, зеркального отражения атомного пучка, а также возможность глубокой фокусировки атомного пучка в  $\text{\AA}$ -размер.

Коллимация пучка атомов реализована <sup>1</sup> в условиях взаимодействия лазерного излучения с атомами, когда сила светового давления зависит от скорости атомов. Такой режим взаимодействия атомного пучка с излучением осуществлен при поперечном облучении пучка аксиально-симметричным полем, образованным при отражении лазерного излучения от зеркальной конической поверхности аксикона. Ось аксикона совпадала с осью атомного пучка. Режим коллимации достигался при отрицательной отстройке частоты лазерного излучения от частоты атомного перехода на величину, равную нескольким однородным ширинам. При положительной отстройке на эту же величину наблюдался режим деколлимации пучка. Плотность атомов на оси при переходе от режима коллимации к режиму деколлимации изменялась в  $10^3$  раз. Коллимация пучка позволяет управлять фазовой плотностью атомов.

Фокусировка атомного пучка достигнута <sup>2</sup> за счет силы светового давления, зависящей от координаты атома. Фокусировка осуществлена в конфигурации поля, образованной четырьмя расходящимися лазерными гауссовыми пучками, распространяющимися в направлениях  $\pm x$ ,  $\pm y$  декартовой системы координат. Каустики лазерных лучей находились на одинаковом расстоянии от начала координат, атомный пучок распространялся вдоль оси  $z$ . Получены выражения для фокусного расстояния и формулы «лазерной линзы». Экспериментально реализована фокусировка атомного пучка и построено «изображение» источника атомного пучка.

Зеркальное отражение атомного пучка реализовано <sup>3</sup> при взаимодействии атомов с неоднородным световым излучением. В неоднородном электромагнитном поле на атом действует градиентная сила, пропорциональная наведенному дипольному моменту и градиенту напряженности поля. Для создания неоднородного электромагнитного поля с максимальной неоднородностью по интенсивности использовалось полное внутреннее отражение лазерного излучения от границы раздела диэлектрик — вакуум. Поле в вакууме в этом случае затухает на характерном расстоянии  $\approx \lambda$  и играет роль «зеркала» для падающего на него атомного пучка. В эксперименте наблюдалось зеркальное отражение атомного пучка; коэффициент отражения при этом близок к 100 %.

В докладе анализируется возможность глубокой фокусировки атомного пучка в  $\text{\AA}$ -размер <sup>4</sup> с помощью лазерного излучения. Атомный пучок рассматривается в виде волн де Бройля, затем находится потенциальное поле, действие которого аналогично действию объектива в световой оптике или электрооптике (рис. 1, а). После этого рассчитывается распределение плотности атомов в фокальной плоскости объектива и определяются его основные характеристики: фокусное расстояние, светосила, абберрация, а также возможность его реализации при использовании современной лазерной техники. На рис. 1, в показано распределение плотности атомного пучка в фокальной плоскости при различных параметрах фокусирующего поля. Сплошная кривая соответствует безабберационному случаю. Штриховая кривая — распределение с учетом хроматических абберраций, штрихпунктирная — с учетом сферических абберраций, распределение с учетом влияния импульсной диффузии совпадает с дифракционным.



На рис. 1, в распределение рассчитано при следующих параметрах:  $P = 1 \text{ Вт}$ ,  $v_{\text{ат}} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ см/с}$ ,  $\Delta v_{\text{ат}}/v_{\text{ат}} = 10^{-3}$ . Диаметр атомного объектива равен  $\lambda$ . Из расчета следует, что все распределения близки к дифракционным.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыкин В. И., Летохов В. С., Сидоров А. И. // Письма ЖЭТФ. 1984. Т. 40. С. 251.
2. Балыкин В. И., Летохов В. С., Сидоров А. И. // Ibidem. 1986. Т. 43. С. 172.
3. Балыкин В. И., Летохов В. С., Овчинников Ю. Б., Сидоров А. И. // Ibidem. 1987. Т. 45. С. 282.
4. Balykin V. I., Letokhov V. S. // Opt. Commun. 1987.