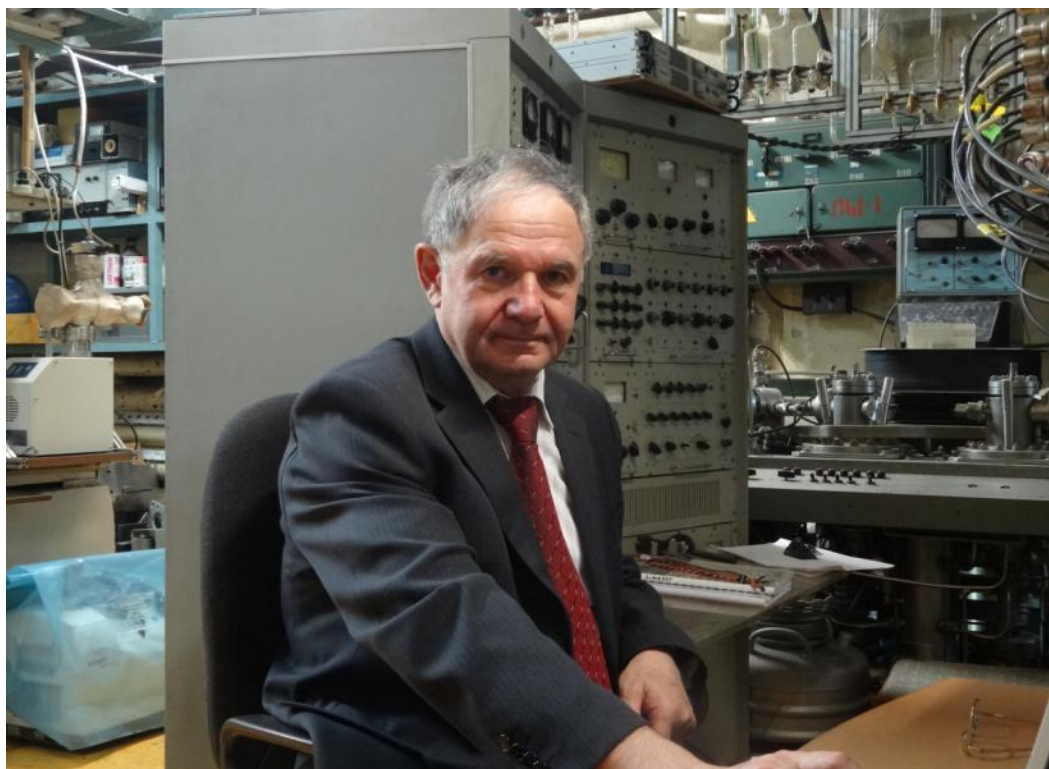


Для чего нужны ультрахолодные атомы?

Физика ультрахолодных атомов — бурно развивающаяся во всем мире область науки, в которой Россия, к сожалению, пока отстает. Но новосибирские ученые пытаются исправить положение: в Институте автоматики и электрометрии СО РАН более десяти лет работает экспериментальный комплекс для изучения свойств атомов, охлажденных до сверхнизких температур, а также возможностей их применения.

В конце прошлого года Институт автоматики и электрометрии СО РАН в кооперации с двумя институтами Сибирского отделения — Лазерной физики и Физики полупроводников им. А.В. Ржанова, а также [Новосибирским государственным университетом](#), провел очередную всероссийскую конференцию «Физика ультрахолодных атомов». Объединение этих организаций в данном направлении стало возможным благодаря интеграционным проектам Президиума СО РАН с 2003 по 2014 гг. Научная координация весь период осуществлялась поочередно Павлом Львовичем Чаповским в [ИАиЭ СО РАН](#), Игорем Ильичем Рябцевым в [ИФП СО РАН](#) и [Алексеем Владимировичем Тайченачевым](#) в [ИЛФ СО РАН](#).



Главный научный сотрудник [ИАиЭ СО РАН](#) доктор физико-математических наук Павел Львович Чаповский рассказал «Науке в Сибири» о работе группы новосибирских ученых в области лазерного охлаждения атомов.

— *Что такое и для чего нужны ультрахолодные атомы?*

— Есть макромир, в котором мы живем и где сформировалась наша повседневная интуиция, которая подсказывает, что стабильными и долговечными являются большие объекты. Причем, чем крупнее, тем «прочнее», например, пирамида Хеопса или горы. А

вот малые частицы кажутся нам хрупкими и недолговечными. Но в микромире, где действуют законы квантовой механики, наша классическая интуиция не работает, и ситуация оказывается кардинально другой.

Хрупкая на вид «вселенная» микроскопических объектов может быть иногда исключительно стабильной. Например, вышеупомянутой гигантской пирамиде около пяти тысяч лет. Но через миллион лет она разрушится.... А вот атом водорода вроде крохотный, но спустя и миллион, и сто миллионов лет останется прежним. И даже если мы потеряем конкретную частицу, то сможем создать ее абсолютно идентичную копию. Такой уникальной стабильностью микроскопических объектов необходимо научиться пользоваться для решения важных задач. Но чтобы «добраться» до этого свойства, исследователям необходимо устранить многие препятствия. Главные среди них — быстрое и хаотичное движение атомов, столкновения и внешние поля. Для решения проблемы ученые и охлаждают мельчайшие частицы до сверхнизких температур.

— *Какие основные результаты получены в этой области в мире?*

— Создание методов лазерного охлаждения коренным образом изменило атомную физику. Разработаны различные технологии получения атомов с температурами в области милли-, микро-, нано- и даже пико-Кельвин. Ультрахолодные атомы уже нашли многочисленные применения в решении фундаментальных и практических задач, например, в современных навигационных системах GPS и ГЛОНАСС. Развиваются многие другие научные применения в спектроскопии, физике вырожденных бозе- и ферми-газов, моделировании сверхтекучести и сверхпроводимости, в квантовой информатике. Исследования отмечены несколькими Нобелевскими премиями: за создание магнитооптической ловушки в 1997 г., за получение бозе-эйнштейновской конденсации разреженных газов в 2001 г., за эксперименты с одиночными квантовыми объектами в 2012 г.

— *Как распределены научные задачи между перечисленными выше институтами СО РАН?*

— В каждом из этих институтов и [НГУ](#) ведутся обширные теоретические исследования в выше обозначенной области. В [ИФП СО РАН](#) акцент сделан на изучении ультрахолодных атомов для задач квантовой информатики. Для этих целей рассматриваются специфические объекты — атомы в ридберговских состояниях, в которых внешний электрон находится на очень высокой орбите и приобретает уникальные свойства: огромные размер и поляризуемость, а также многие другие. В сочетании с низкой температурой поступательного движения такие атомы становятся ценными «кирпичиками» (кубитами) будущих квантовых.

В [ИЛФ СО РАН](#) ультрахолодные атомы магния применяются для создания оптических эталонов времени нового. Такие часы на несколько порядков точнее существующих — они будут «уходить» менее чем на одну секунду за время существования нашей Вселенной (то есть за 15 миллиардов лет). В [ИАиЭ СО РАН](#) ведутся исследования вырожденных бозе-эйнштейновских конденсатов разреженных газов. В этих объектах большое количество атомов оказывается в одном квантовом состоянии, и мы достигаем максимально возможного контроля над частицами, который допускает квантовая механика. Температуру таких объектов можно считать равной абсолютному нулю.

— *Каковы возможности экспериментального комплекса, созданного в [ИАиЭ](#) для изучения ультрахолодных атомов?*

— Мы создали в институте установку для получения бозе-эйнштейновского конденсата атомов рубидия. Она оказалась первой и до сих пор единственной в России. (Подобного уровня оборудование есть только в Институте прикладной физики РАН в Нижнем Новгороде, где группа под руководством доктора физико-математических наук Андрея Вадимовича Турлапова занимается исследованием вырожденных ферми-газов, атомов литий-6). Сейчас задача комплекса по изучению ультрахолодных атомов в [ИАиЭ](#) — создание двойных оптических потенциалов и изучение поведения бозе-конденсатов в таких ямах.

Мы планируем сделать двойной оптический потенциал, поместить туда бозе-конденсат и изучать его динамику в различных экспериментальных условиях. Эта система будет обладать многими уникальными возможностями. Бозе-конденсат в одной из ям можно использовать для управления и диагностики соседнего конденсата, а двойные ямы — для создания макроскопических квантовых объектов нового типа. Например, бозе-конденсатов во вращающихся двойных ямах. Теоретические модели для бозе-конденсатов в двойных ямах разрабатываются в группе ведущего научного сотрудника, доктора физико-математических наук, Леонида Вениаминовича Ильичева в [ИАиЭ](#).

Беседовала Марина Москаленко.

Источники:

[Полюс холода в Сибири](#) – Наука в Сибири (sbras.info), 21 апреля 2016.

[Полюс холода в Сибири](#) – Новости сибирской науки (sib-science.info), 22 апреля 2016.

[Как и для чего новосибирские физики исследуют ультрахолодные атомы](#) — Наука в Сибири (sbras.info), 21 апреля 2016, с. 4.