

Физика ультрахолодных атомов в России: актуальные исследования

И.И.Рябцев, Н.Н.Колачевский, А.В.Тайченачев

За последний год в мире достигнут значительный прогресс в исследованиях ультрахолодных атомов и их применений. Созданы оптические стандарты частоты на запрещенных переходах атомов и ионов с рекордными метрологическими параметрами (лучше 10^{-18} в терминах относительной стабильности и неопределенности), достигнуты впечатляющие успехи в спектроскопии холодных атомов антиводорода, реализована лазерная спектроскопия ультрахолодных многозарядных ионов, значительно улучшена чувствительность квантовых сенсоров (гироскопов, акселерометров, гравиметров) на основе волн материи ультрахолодных атомов, реализованы квантовые регистры на основе атомов и ионов с числом кубитов, приближающимся к 100 и более.

Исследования по всем этим актуальным направлениям активно ведутся и в России: за последний год нашими учеными получены новые результаты мирового уровня. В Институте лазерной физики СО РАН, ФИАНе и ВНИИФТРИ разработаны и созданы прототипы современных сверхточных оптических стандартов частоты на базе ультрахолодных атомов и ионов, в частности транспортируемый стандарт на ионах иттербия, который может применяться для увеличения точности позиционирования системы ГЛОНАСС; в Российском квантовом центре впервые получен бозе-конденсат атомов тулия, там же и в ФИАНе создаются квантовые регистры на ионах иттербия; в Институте физики полупроводников СО РАН и МГУ разрабатываются квантовые регистры на атомах рубидия в массивах оптических дипольных ловушек; в нижегородском Институте прикладной физики РАН ведутся работы по захвату ультрахолодных атомов лития в полую оптическую дипольную ловушку, которая позволяет приготовить квантовый ферми-газ, сохранив существенную часть атомов; в ОИВТ начаты работы по получению ультрахолодной плазмы атомов кальция при их возбуждении в ридберговские состояния.

В продолжение предыдущих спецвыпусков журнала «Квантовая электроника» [1–3], в этом номере опубликованы работы, отобранные организационным комитетом

и редколлегией журнала, а также соответствующие части докладов, представленных на ежегодной конференции «Физика ультрахолодных атомов – 2019» (ФУХА-2019), которая проводилась в новосибирском Академгородке 16–18 декабря 2019 г. В целом, программа конференции включала в себя 33 устных и 6 стендовых докладов ученых из 22 российских организаций (см. веб-страницу конференции <https://www.isp.nsc.ru/quantum19/>). Доклады были разбиты на несколько тематических секций: оптические стандарты частоты, лазерное охлаждение, квантовые ферми- и бозе-газы, квантовая информатика, волны материи и нелинейная лазерная спектроскопия. Все эти направления отражены в статьях настоящего спецвыпуска.

1. Колачевский Н.Н., Тайченачев А.В. *Квантовая электроника*, **47** (5), 393 (2017) [*Quantum Electron.*, **47** (5), 393 (2017)].
2. Колачевский Н.Н., Тайченачев А.В. *Квантовая электроника*, **48** (5), 401 (2018) [*Quantum Electron.*, **48** (5), 401 (2018)].
3. Рябцев И.И., Колачевский Н.Н., Тайченачев А.В. *Квантовая электроника*, **49** (5), 409 (2019) [*Quantum Electron.*, **49** (5), 409 (2019)].

И.И.Рябцев. Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова СО РАН, Россия, 630090 Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева, 13; Новосибирский государственный университет, Россия, 630090 Новосибирск, ул. Пирогова, 1

Н.Н.Колачевский. Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Россия, 119991 Москва, Ленинский просп., 53; Московский физико-технический институт (государственный университет), Россия, Московская обл., 141701 Долгопрудный, Институтский пер., 9

А.В.Тайченачев. Институт лазерной физики СО РАН, Россия, 630090 Новосибирск, просп. акад. Лаврентьева, 15Б; Новосибирский государственный университет, Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1