



ISSN 0368–7147

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 49, № 5 (563), с.409 – 518

Май, 2019

Ежемесячный журнал, издание основано Н.Г.Басовым в январе 1971 г.  
Переводится на английский язык и публикуется под названием  
«Quantum Electronics» издательством «Turpion Ltd», Лондон, Англия

**Учредители:** Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Международный учебно-научный лазерный центр МГУ, ФГУП «НПО «Астрофизика», НИИ лазерной физики, Институт лазерной физики СО РАН, ФГУП «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стедьмаха», трудовой коллектив редакции журнала

**Главный редактор** О.Н.Крохин, *заместители главного редактора* И.Б.Ковш, А.С.Семёнов

**Редакционный совет:** С.Н.Багаев, С.В.Гапоненко (Беларусь), С.Г.Гаранин, А.З.Грасюк, В.И.Конов, Ю.Н.Кульчин, В.А.Макаров, Г.Т.Микаелян, А.Пискарскас (Литва), В.В.Тучин, А.М.Шалагин, И.А.Щербаков

**Редакционная коллегия:** А.П.Богатов, В.Ю.Венедиктов, С.Г.Гречин, Н.Н.Евтихийев, В.Н.Задков, И.Г.Зубарев, Н.Н.Ильичёв, Н.Н.Колачевский, Ю.В.Курочкин, А.И.Маймистов, В.П.Макаров, А.А.Мармалюк, А.В.Масалов, О.Е.Наний, В.Г.Низьев, Н.А.Пихтин, Ю.М.Попов, А.В.Приезжев, А.Б.Савельев, Е.А.Хазанов, Г.А.Шафеев

**Адрес редакции:** Россия, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский просп., 53, ФИАН  
Тел.: +7(495) 668 88 88, после ответа автоинформатора следует набрать 66 66 или 66 60

**Электронная почта:** ke@lebedev.ru

**Интернет:** <http://www.quantum-electron.ru> (Quantum Electronics – <http://www.turpion.org>)

Зав.редакцией Е.Ю.Запольская

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 49, № 5, 2019

*Научные редакторы* А.И.Маслов, А.Б.Савельев, А.С.Семёнов

*Редакторы* М.Л.Гартаницкая, Т.А.Рештакова, Н.И.Назарова, Л.В.Стратонникова

*Редакторы–операторы ЭВМ* Т.С.Волохова, А.И.Корнилова, С.И.Ососков, И.В.Безлапотнов

*Секретарь редакции* Е.В.Резвых

Формат 60 × 88/8. Усл.-печ. л. 13.72. Уч.-изд. л. 14.96. Цена 1200 руб.

Издательский № 1158

Набрано и сверстано с использованием программного пакета Adobe Creative Suite

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Амирит», 410004 Саратов, ул. Чернышевского, 88;  
тел. +7 (800) 700-86-33, +7 (845-2) 24-86-33; e-mail: zakaz@amirit.ru; веб-сайт: amirit.ru

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, том 49, №5 (563), с. 409–518 (2019)

## содержание

Специальный выпуск «Физика ультрахолодных атомов и их применения»

<b>Рябцев И.И., Колачевский Н.Н., Тайченачев А.В.</b> Физика ультрахолодных атомов в России: актуальные исследования .....	409
<b>Шалагин А.М.</b> Сергей Глебович Раутиан: 90 лет со дня рождения .....	410
<b>Чепуров С.В., Луговой А.А., Прудников О.Н., Тайченачев А.В., Багаев С.Н.</b> Спектроскопия квадрупольного часового перехода иона иттербия-171 для создания оптического стандарта частоты. ....	412
<b>Федорова Е.С., Трегубов Д.О., Головизин А.А., Вишнякова Г.А., Мишин Д.А., Проворченко Д.И., Хабарова К.Ю., Сорокин В.Н., Колачевский Н.Н.</b> Оптическая накачка ультрахолодных атомов тулия на нижний уровень часового перехода и исследование процесса их дипольной релаксации. ....	418
<b>Жаднов Н.О., Вишнякова Г.А., Кудеяров К.С., Крючков Д.С., Хабарова К.Ю., Колачевский Н.Н.</b> Вклад температурных дрейфов в нестабильность частоты кремниевых резонаторов Фабри – Перо. ....	424
<b>Кузнецов С.Н., Тайченачев А.В., Юдин В.И., Хунтемман Н., Саннер К., Тамм К., Пайк Э.</b> Влияние нагрева иона в ловушке на обобщенные рэмсиевские методы подавления сдвигов частоты, обусловленных пробным полем в атомных часах .....	429
<b>Виноградов В.А., Карпов К.А., Савельева С.В., Турлапов А.В.</b> Вниз по шкале температур .....	433
<b>Немировский С.К.</b> Термодинамически равновесные квантовые вихри в сверхтекучих жидкостях. ....	436
<b>Яковлева Т.С., Ростом А.М., Томилин В.А., Ильичёв Л.В.</b> Квантовая геометрическая фаза в присутствии пред- и постселекции. ....	439
<b>Кирпичникова А.А., Прудников О.Н., Вилковский Д.</b> Исследование возможности сверхглубокого лазерного охлаждения с использованием квадрупольного перехода .....	443
<b>Ашкарин И.Н., Бетеров И.И., Третьяков Д.Б., Энтин В.М., Якшина Е.А., Рябцев И.И.</b> Схема квантового симулятора молекулы водорода на основе двух ультрахолодных атомов рубидия .....	449
<b>Рябцев И.И., Бетеров И.И., Третьяков Д.Б., Якшина Е.А., Энтин В.М.</b> Влияние дипольной блокады на спектры лазерного возбуждения мезоскопических ансамблей холодных ридберговских атомов. ....	455
<b>Каменский А.А., Овсянников В.Д., Глухов И.Л.</b> Межатомные взаимодействия и термоиндуцированные сдвиги и уширения уровней энергии атомов в циркулярных ридберговских состояниях .....	464
<b>Чаповский П.Л.</b> Конверсия ядерных спиновых изомеров молекул воды в ультрахолодных условиях космоса .....	473
<b>Сапрыкин Э.Г., Черненко А.А.</b> Формирование спектров резонансов насыщенного поглощения на закрытых переходах в спектроскопии однонаправленных волн. ....	479

## Лазеры

<b>Бобрецова Ю.К., Веселов Д.А., Воронкова Н.В., Слипченко С.О., Стрелец В.А., Богданович М.В., Шпак П.В., Ладугин М.А., Мармалюк А.А., Пихтин Н.А.</b> Импульсный лазерный модуль спектрального диапазона 1500 – 1600 нм на основе мощного полупроводникового лазера .....	488
<b>Андреева Е.В., Аникеев А.С., Ильченко С.Н., Лобинцов А.А., Чаморовский А.Ю., Шидловский В.Р., Шраменко М.В., Якубович С.Д.</b> Перестраиваемый лазер на основе полупроводникового оптического усилителя красного диапазона спектра .....	493
<b>Миловский Н.Д., Хандохин П.А.</b> Моделирование анизотропии усиления, наведенной линейно поляризованным излучением накачки, в биполяризационном Nd : YAG-лазере. ....	497

## Квантовые точки

<b>Мандель А.М., Ошурко В.Б., Першин С.М.</b> Система идеальных квантовых точек с кулоновским взаимодействием ..	505
--	-----

## Терагерцевое излучение

<b>Дзюбенко М.И., Маслов В.А., Одаренко Е.Н., Радионов В.П.</b> Моделирование выходных зеркал терагерцевых лазеров на основе кольцевых градиентных структур. ....	512
---	-----

## Волоконная оптика

<b>Барков Ф.Л., Константинов Ю.А., Бочкова С.Д., Смирнов А.С., Бурдин В.В., Кривошеев А.И., Носова Е.А., Сметанников О.Ю.</b> Моделирование метода поляризационной оптической рефлектометрии в частотной области анизотропных волоконных световодов, подверженных осевому кручению .....	514
--	-----

## Персоналия

К 75-летию Ивана Александровича Щербакова .....	518
---	-----

## Новые приборы

<b>Coherent:</b> Усилитель мощности с задающим генератором Mephisto .....	цветная вклейка, 1-я стр.
<b>Coherent:</b> Обзор выпускаемых лазерных систем. ....	цветная вклейка, 2-я стр.
<b>Standa:</b> Моторизованные двухосные сканирующие трансляторы. ....	4-я стр. обл.

# QUANTUM ELECTRONICS, vol. 49, No5 (563), pp409–518 (2019)

## contents

Special issue ‘Physics of ultracold atoms and their applications’

<b>Ryabtsev I.I., Kolachevsky N.N., Taichenachev A.V.</b> Physics of ultracold atoms in Russia: latest results of research. ....	409
<b>Shalagin A.M.</b> Sergei Glebovich Rautian: On the Ninetieth Birthday .....	410
<b>Chepurov S.V., Lugovoi A.A., Prudnikov O.N., Taichenachev A.V., Bagayev S.N.</b> Spectroscopy of a quadrupole clock transition of the $^{171}\text{Yb}$ ion to develop an optical frequency standard .....	412
<b>Fedorova E.S., Tregubov D.O., Golovizin A.A., Vishnyakova G.A., Mishin D.A., Provorchenko D.I., Khabarova K.Yu., Sorokin V.N., Kolachevsky N.N.</b> Optical pumping of ultracold thulium atoms to the lower level of the clock transition and the study of the process of their dipole relaxation .....	418
<b>Zhadnov N.O., Vishnyakova G.A., Kudeyarov K.S., Kryuchkov D.S., Khabarova K.Yu., Kolachevsky N.N.</b> Contribution of temperature drifts to the frequency instability of silicon Fabry – Perot resonators .....	424
<b>Kuznetsov S.N., Taichenachev A.V., Yudin V.I., Huntemann N., Sanner C., Tamm C., Peik E.</b> Effect of ion heating in a trap on generalised Ramsey methods for suppressing frequency shifts due to the probe field in atomic clocks .....	429
<b>Vinogradov V.A., Karpov K.A., Savel'eva S.V., Turlapov A.V.</b> Downward the temperature scale .....	433
<b>Nemirovskii S.K.</b> Thermodynamic equilibrium quantum vortices in superfluid liquids. ....	436
<b>Yakovleva T.S., Rostom A.M., Tomilin V.A., Il'ichev L.V.</b> Quantum geometric phase under pre- and post-selection .....	439
<b>Kirpichnikova A.A., Prudnikov O.N., Wilkowski D.</b> Investigation of the possibility of ultradeep laser cooling using a quadrupole transition .....	443
<b>Ashkarin I.N., Beterov I.I., Tret'yakov D.B., Entin V.M., Yakshina E.A., Ryabtsev I.I.</b> Scheme of a quantum simulator of a hydrogen molecule based on two ultracold rubidium atoms .....	449
<b>Ryabtsev I.I., Beterov I.I., Tret'yakov D.B., Yakshina E.A., Entin V.M.</b> Effect of dipole blockade on the spectra of laser excitation of mesoscopic ensembles of cold Rydberg atoms .....	455
<b>Kamenski A.A., Ovsiannikov V.D., Glukhov I.L.</b> Interatomic interactions and thermally induced shifts and broadening of atomic energy levels in circular Rydberg states .....	464
<b>Chapovsky P.L.</b> Conversion of nuclear spin isomers of water molecules at ultracold temperatures of space .....	473
<b>Saprykin E.G., Chernenko A.A.</b> Formation of spectra of saturated absorption resonances on closed transitions in the spectroscopy of unidirectional waves .....	479

## Lasers

<b>Bobretsova Yu.K., Veselov D.A., Voronkova N.V., Slipchenko S.O., Strelets V.A., Bogdanovich M.V., Shpak P.V., Ladugin M.A., Marmalyuk A.A., Pikhtin N.A.</b> Pulsed laser module for the spectral range of 1500–1600 nm based on a high-power semiconductor laser. ....	488
<b>Andreeva E.V., Anikeev A.S., Il'chenko S.N., Lobintsov A.A., Chamorovskii A.Yu., Shidlovskii V.R., Shramenko M.V., Yakubovich S.D.</b> Tunable laser based on a semiconductor optical amplifier of the red spectrum range. ....	493
<b>Milovskii N.D., Khandokhin P.A.</b> Simulation of gain anisotropy induced by linearly polarized pump radiation in a bipolarising Nd:YAG laser .....	497

## Quantum dots

<b>Mandel A.M., Oshurko V.B., Pershin S.M.</b> System of ideal quantum dots with Coulomb interaction. ....	505
--	-----

## Terahertz radiation

<b>Dzyubenko M.I., Maslov V.A., Odarenko E.N., Radionov V.P.</b> Modelling of output mirrors based on circular gradient structures for THz lasers .....	512
---	-----

## Fibre optics

<b>Barkov F.L., Konstantinov Yu.A., Bochkova S.D., Smirnov A.S., Burdin V.V., Krivosheev A.I., Nosova E.A., Smetannikov O.Yu.</b> Simulation of the method of polarisation optical reflectometry in the frequency region of anisotropic optical fibres subjected to axial torsion .....	514
---	-----

## Personalia

On the Seventy-Fifth Birthday of Ivan Aleksandrovich Shcherbakov .....	518
--	-----

## New instruments

<b>Coherent:</b> Mephisto MOPA. ....	1st colour page
<b>Coherent:</b> Overview of laser system products. ....	2nd colour page
<b>Standa:</b> Motorized XY scanning stages .....	4th cover page