



ISSN 0368-7147

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 49, № 4 (562), с.299 – 408

Апрель, 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.Евтихий, 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

Редсовет, редколлегия и редакция журнала «Квантовая электроника»  
поздравляют крупного российского ученого в области физики лазеров,  
нелинейной оптики и лазерного термоядерного синтеза, лауреата  
Государственной премии СССР и Премии Правительства РФ,  
доктора физико-математических наук, профессора

**Геннадия Григорьевича Кочемасова  
с 75-летием**

и желают ему доброго здоровья и еще многих лет плодотворной работы

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, том 49, №4 (562), с.299–408 (2019)

## содержание

Специальный выпуск «Экстремальные световые поля и их взаимодействие с веществом»

<b>Гинзбург В.Н., Яковлев И.В., Зуев А.С., Коробейникова А.П., Кочетков А.А., Кузьмин А.А., Миронов С.Ю., Шайкин А.А., Шайкин И.А., Хазанов Е.А.</b> Сжатие после компрессора: трехкратное уменьшение длительности лазерных импульсов мощностью 200 ТВт. ....	299
<b>Грудцын Я.В., Корибут А.В., Михеев Л.Д., Трофимов В.А., Яловой В.И.</b> Роль дисперсии в механизме самосокращения фемтосекундных импульсов в керровских материалах. ....	302
<b>Попов В.С., Андреев Н.Е.</b> Ускорение электронов при взаимодействии субтераваттного лазерного импульса с неоднородной плазмой. ....	307
<b>Башинов А.В., Кумар П., Ефименко Е.С.</b> Удержание электронов в фокусе дипольной волны. ....	314
<b>Андрианов А.В., Анашкина Е.А., Коптев М.Ю., Ким А.В.</b> Метод измерения в режиме реального времени флуктуаций отношения пиковой мощности к длительности ультракоротких импульсов, следующих с высокой частотой повторения. ....	322
<b>Хайрулин И.Р., Емелин М.Ю., Рябикин М.Ю.</b> Генерация ультракоротких рентгеновских всплесков без аттосекундной частотной модуляции при кулоновских столкновениях ядер двухатомных гетероядерных молекул, ионизуемых высокоинтенсивным лазерным импульсом. ....	330
<b>Хазанов Е.А., Миронов С.Ю.</b> Нелинейный интерферометр для увеличения временного контраста интенсивных лазерных импульсов. ....	337
<b>Чекалин С.В., Компанец В.О., Залозная Е.Д., Кандидов В.П.</b> Влияние дисперсии групповой скорости на фемтосекундную филаментацию бессель-гауссова пучка. ....	344
<b>Волков М.Р., Кузнецов И.И., Мухин И.Б., Палашов О.В., Конященко А.В., Теняков С.Ю., Ливенцов Р.А.</b> Тонкостержневые активные элементы для усиления фемтосекундных импульсов. ....	350
<b>Волков М.Р., Кузнецов И.И., Мухин И.Б., Палашов О.В.</b> Дисковые квантроны на основе Yb:YAG для лазеров мульткиловаттной средней мощности. ....	354
<b>Петров В.В., Купцов Г.В., Ноздрина А.И., Петров В.А., Лаптев А.В., Кирпичников А.В., Пестряков Е.В.</b> Бесконтактный метод исследования температуры в активном элементе мультидискового криогенного усилителя. ....	358
<b>Ватник С.М., Ведин И.А., Копылов Ю.Л., Осипов В.В.</b> Определение удельных потерь в высокопрозрачных Nd:YAG-керамиках методом лазерной калориметрии. ....	362
<b>Понарина М.В., Охримчук А.Г., Рыбин М.Г., Смаев М.П., Образцова Е.Д., Смирнов А.В., Жлуктова И.В., Камынин В.А., Долматов Т.В., Букин В.В., Образцов П.А.</b> Двухволновая генерация пикосекундных импульсов с частотой следования 9.8 ГГц в волноводном Nd:YAG-лазере с графеном. ....	365
<b>Анашкина Е.А., Сорокин А.А., Марисова М.П., Андрианов А.В.</b> Разработка и численное моделирование сферических микрорезонаторов на основе германо-силикатных стекол SiO <sub>2</sub> – GeO <sub>2</sub> для генерации оптических частотных гребенок. ....	371
<b>Каминский А.А.</b> Моноклинный LaBWO <sub>6</sub> – новый комбинационно-активный кристалл. ....	377
<b>Барышева М.М., Гарахин С.А., Зуев С.Ю., Полковников В.Н., Салащенко Н.Н., Свечников М.В., Чхало Н.И., Юлин С.</b> Сравнение подходов в изготовлении широкополосных зеркал для ЭУФ диапазона: аперийодические и стековые структуры. ....	380
<b>Цымбалов И.Н., Горлова Д.А., Быченков В.Ю., Савельев А.Б.</b> Электронные параметрические неустойчивости в неоднородной плазме с резким градиентом концентрации, возбуждаемые фемтосекундным лазерным импульсом субрелятивистской интенсивности. ....	386

### Лазеры

<b>Хоссейни М., Каатузян Х., Тагави И., Годси Х.</b> Эффективный транспорт носителей в транзисторных GRIN-SCH-лазерах. ....	391
---	-----

### Волоконная оптика

<b>Терентьев В.С., Симонов В.А., Лобач И.А., Бабин С.А.</b> Метод изготовления волоконного отражательного интерферометра на основе металлодиэлектрической дифракционной структуры. ....	399
---	-----

### Лазерная медицина

<b>Минаев В.П., Минаев Н.В., Юсупов В.И., Дымов А.М., Сорокин Н.И., Лекарев В.Ю., Винаров А.З., Рапопорт Л.М.</b> Эффект лазерно-индуцированного гидродинамического рассеечения биоткани в оперативной урологии. .	404
--	-----

### Новые приборы

<b>Standa:</b> Моторизованные миниатюрные позиционеры. ....	4-я стр. обл.
---	---------------

# QUANTUM ELECTRONICS, vol. 49, No4 (562), pp299–408 (2019)

## contents

Special issue «Extreme light fields and their interaction with matter»

<b>Ginzburg V.N., Yakovlev I.V., Zuev A.S., Korobeinikova A.P., Kochetkov A.A., Kuz'min A.A., Mironov S.Yu., Shaikin A.A., Shaikin I.A., Khazanov E.A.</b> Compression after the compressor: a three-fold reduction in the duration of laser pulses with a power of 200 TW .....	299
<b>Grudtsyn Ya.V., Coribut A.V., Mikheev L.D., Trofimov V.A., Yalovoi V.I.</b> Role of dispersion in the mechanism of self-compression of femtosecond pulses in Kerr materials .....	302
<b>Popov V.S., Andreev N.E.</b> Acceleration of electrons in the interaction of a subterawatt laser pulse with nonuniform plasma ..	307
<b>Bashinov A.V., Kumar P., Efimenko E.S.</b> Confinement of electrons in the focus of a dipole wave. ....	314
<b>Andrianov A.V., Anashkina E.A., Koptev M.Yu., Kim A.V.</b> Method for real-time measurement of fluctuations of the ratio of the peak power to the duration of high-repetition-rate ultrashort pulses .....	322
<b>Khairulin I.R., Emelin M.Yu., Ryabikin M.Yu.</b> Generation of ultrashort X-ray bursts without attosecond frequency modulation in Coulomb collisions of nuclei of diatomic heteronuclear molecules ionised by an ultraintense laser pulse. ....	330
<b>Khazanov E.A., Mironov S.Yu.</b> Nonlinear interferometer to increase the temporal contrast of intense laser pulses .....	337
<b>Chekalin S.V., Kompanets V.O., Zaloznaya E.D., Kandidov V.P.</b> Effect of the group velocity dispersion on femtosecond filamentation of a Bessel – Gauss beam .....	344
<b>Volkov M.R., Kuznetsov I.I., Mukhin I.B., Palashov O.V., Konyashchenko A.V., Tenyakov S.Yu., Liventsov R.A.</b> Thin-rod active elements for amplifying femtosecond pulses .....	350
<b>Volkov M.R., Kuznetsov I.I., Mukhin I.B., Palashov O.V.</b> Yb: YAG disk quantrons for multikilowatt average power lasers ...	354
<b>Petrov V.V., Kuptsov G.V., Nozdrina A.I., Petrov V.A., Laptev A.V., Kirpichnikov A.V., Pestryakov E.V.</b> Contactless method for studying the temperature in the active element of a multidisk cryogenic amplifier. ....	358
<b>Vatnik S.M., Vedin I.A., Kopylov Yu.L., Osipov V.V.</b> Determination of specific losses in highly transparent Nd:YAG ceramics by laser calorimetry. ....	362
<b>Ponarina M.V., Okhrimchuk A.G., Rybin M.G., Smaev M.P., Obratsova E.D., Smirnov A.V., Zhluktova I.V., Kamynin V.A., Dolmatov T.V., Bukin V.V., Obratsov P.A.</b> Two-wavelength generation of picosecond pulses with a repetition rate of 9.8 GHz in a graphene-based Nd:YAG waveguide laser .....	365
<b>Anashkina E.A., Sorokin A.A., Marisova M.P., Andrianov A.V.</b> Development and numerical simulation of spherical microresonators based on SiO <sub>2</sub> – GeO <sub>2</sub> germanosilicate glasses for generation of optical frequency combs .....	371
<b>Kaminskii A.A.</b> Monoclinic LaBWO <sub>6</sub> as a new Raman-active crystal .....	377
<b>Barysheva M.M., Garakhin S.A., Zuev S.Yu., Polkovnikov V.N., Salashchenko N.N., Svechnikov M.V., Chkhalo N.I., Yulin S.</b> Comparison of approaches to the manufacture of broadband mirrors for the EUV range: aperiodic and stack structures. ....	380
<b>Tsymbalov I.N., Gorlova D.A., Bychenkov V.Yu., Savel'ev A.B.</b> Electronic parametric instabilities in an inhomogeneous plasma with a sharp concentration gradient, excited by a femtosecond laser pulse of subrelativistic intensity .....	386

### Lasers

<b>Hosseini M., Kaatuzian H., Taghavi I., Ghodsi H.</b> Efficient carrier transport in a GRIN-SCH transistor laser .....	391
--	-----

### Fibre optics

<b>Terent'ev V.S., Simonov V.A., Lobach I.A., Babin S.A.</b> Method for manufacturing a fibre reflective interferometer based on a metal-dielectric diffraction structure .....	399
---	-----

### Laser medicine

<b>Minaev V.P., Minaev N.V., Yusupov V.I., Dymov A.M., Sorokin N.I., Lekarev V.Yu., Vinarov A.Z., Rapoport L.M.</b> Effect of laser-induced hydrodynamic dissection of biotissue in operative urology .....	404
---	-----

### New instruments

<b>Standa: Motorized Miniature Stages</b> .....	4th cover page
---	----------------

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 49, № 4, 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. 15.03. Цена 1200 руб.

Издательский № 1157

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