



ISSN 0368–7147

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 49, № 10 (568), с. 895–988

Октябрь, 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 «Полус» им. М.Ф.Стельмаха», 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, А.А.Мармалюк, А.В.Масалов, О.Е.Наний, В.Г.Низьев, Н.А.Пихтин, Ю.М.Попов, А.В.Приезжев, А.Б.Савельев, С.Л.Семёнов, 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

Дирекция Физического института им. П.Н.Лебедева РАН, редсовет и редколлегия
журнала «Квантовая электроника» с глубоким прискорбием
извещают о кончине 03.09.2019 г. на 65-м году жизни после тяжелой болезни
талантливого ученого и организатора науки, директора Самарского филиала ФИАН
известного специалиста в области молекулярных лазеров и взаимодействия лазерного
излучения с веществом в технологических режимах
кандидата физико-математических наук

Владимира Станиславовича Казакевича

и выражают искренние соболезнования семье, друзьям и коллегам покойного.

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, том 49, № 10 (568), с.895 – 988 (2019)

содержание

Приглашенная статья

- Крюков П.Г.** Лазерные гребенки оптических частот и их применения в системах волоконно-оптической связи и в астрофизике 895

Лазеры

- Алексеев С.В., Иванов Н.Г., Лосев В.Ф., Месяц Г.А., Михеев Л.Д., Ратахин Н.А., Панченко Ю.Н.** Достижение пиковой мощности излучения 40 ТВт лазерной гибридной фемтосекундной системы видимого диапазона ... 901
- Ладугин М.А., Гулькиков Н.В., Мармалюк А.А., Коняев В.П., Соловьева А.В.** Непрерывные лазерные диоды на основе эпитаксиально-интегрированных гетероструктур InGaAs/AlGaAs/GaAs 905
- Андреев А.Ю., Багаев Т.А., Бутаев М.Р., Гамов Н.А., Жданова Е.В., Зверев М.М., Козловский В.И., Скасырский Я.К., Яроцкая И.В.** Исследование поверхностно-излучающего полупроводникового лазера с внешним зеркалом на структуре InGaAs/AlGaAs при накачке электронным пучком. 909
- Ушаков Д.В., Афоненко А.А., Дубинов А.А., Гавриленко В.И., Волков О.Ю., Щаврук Н.В., Пономарев Д.С., Хабибуллин Р.А.** Моделирование квантово-каскадных лазеров терагерцевого диапазона частот методом балансных уравнений на основе базиса волновых функций с уменьшенными дипольными моментами туннельно-связанных состояний 913
- Алешкина С.С., Липатов Д.С., Кочергина Т.А., Вельмискин В.В., Темялко В.Л., Котов Л.В., Бардина Т.Л., Бубнов М.М., Гурьянов А.Н., Лихачев М.Е.** Полностью волоконный одномодовый усилитель слабого сигнала для спектрального диапазона около 0.976 мкм 919
- Щукарев И.А., Коробко Д.А., Салганский М.Ю., Золотовский И.О.** Генерация параболических лазерных импульсов в коротких волоконных усилителях. 925
- Андреева Е.В., Ильченко С.Н., Ладугин М.А., Мармалюк А.А., Панкратов К.М., Шидловский В.Р., Якубович С.Д.** Суперлюминесцентные диоды на основе двухслойных асимметричных наногетероструктур 931

Воздействие лазерного излучения на вещество. Лазерная плазма

- Ширяев О.Б.** Асимптотическая теория пондеромоторной динамики электрона в поле сфокусированного релятивистски интенсивного электромагнитного волнового пакета 936
- Зятиков И.А., Иванов Н.Г., Лосев В.Ф., Прокопьев В.Е.** Исследование спектрально-временных параметров сверхизлучения на ионах молекулярного азота в воздушном филаменте 947

Нелинейно-оптические явления

- Зейнали М., Джалех Б., Рашидян Вазири М.Р., Омидвар А.** Исследование нелинейно-оптических свойств нанокompозитных пленок TiO₂ – полистирол 951
- Архипов Р.М., Архипов М.В., Пахомов А.В., Розанов Н.Н.** Решетки населенностей, создаваемые в квантовой системе с помощью пары субцикловых импульсов 958

Управление параметрами лазерного излучения

- Державин С.И., Линдин Н.М., Тимошкин В.Н.** Фазировка диодной линейки с использованием фазового дифракционного зеркала 963

Обработка изображений

- Балакин Д.А., Белинский А.В.** О возможности существенного повышения качества квантового фантомного изображения за счет регистрации дополнительного изображения в объектном канале 967

Квантовая криптография

- Аванесов А.С., Кронберг Д.А.** О квантовой криптографии на когерентных состояниях с использованием псевдослучайных генераторов 974

Лазерная медицина

- Белов С.В., Данилейко Ю.К., Егоров А.Б., Шилин Л.Г., Шулутко А.М.** Воздействие излучения YAG: Nd-лазера ($\lambda = 1.44$ мкм) на ткани миокарда при лечении ишемической болезни сердца методом трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации 982

Некролог

- Памяти Владислава Борисовича Розанова 988

Новые приборы

- Standa:** Моторизованный линейный транслятор 4-я стр. обл.

Уважаемые подписчики журнала «Квантовая электроника»!

Вы можете подписаться на наш журнал в агентствах

«Урал-Пресс» (<http://www.ural-press.ru>, тел. +7 (499) 700-05-07) и

«Книга-Сервис» (<http://www.akc.ru>, тел. +7 (495) 680-90-88, +7 (495) 680-89-87).

QUANTUM ELECTRONICS, vol. 49, No 10 (568), pp 895 – 988 (2019)

contents

Invited paper

Kryukov P.G. Laser optical frequency combs and their applications in fibre-optic communication systems in astrophysics . . . 895

Lasers

Alekseev S.V., Ivanov N.G., Losev V.F., Mesyats G.A., Mikheev L.D., Ratakhin N.A., Panchenko Yu.N. Attainment of a 40 TW peak output power from a visible-range hybrid femtosecond laser system 901

Ladugin M.A., Gul'tikov N.V., Marmalyuk A.A., Konyaev V.P., Solov'eva A.V. Continuous-wave laser diodes based on epitaxially integrated InGaAs/AlGaAs/GaAs heterostructures. 905

Andreev A.Yu., Bagaev T.A., Butaev M.R., Gamov N.A., Zhdanova E.V., Zverev M.M., Kozlovskii V.I., Skasyrskii Ya.K., Yarotskaya I.V. Investigation of a electron-beam-pumped surface-emitting semiconductor laser with an external mirror on an InGaAs/AlGaAs structure 909

Ushakov D.V., Afonenko A.A., Dubinov A.A., Gavrilenko V.I., Volkov O.Yu., Shchavruk N.V., Ponomarev D.S., Khabibullin R.A. Simulation of quantum-cascade terahertz lasers by the method of balance equations using the basis of wave functions with reduced dipole moments of tunnel-coupled states 913

Aleshkina S.S., Lipatov D.S., Kochergina T.A., Vel'miskin V.V., Temyanko V.L., Kotov L.V., Bardina T.L., Bubnov M.M., Gur'yanov A.N., Likhachev M.E. All-fibre single-mode small-signal amplifier for a spectral range of about 0.976 μm . . . 919

Shchukarev I.A., Korobko D.A., Salganskii M.Yu., Zolotovskii I.O. Generation of parabolic laser pulses in short fibre amplifiers 925

Andreeva E.V., Il'chenko S.N., Ladugin M.A., Marmalyuk A.A., Pankratov K.M., Shidlovskii V.R., Yakubovich S.D. Superluminescent diodes based on two-layer asymmetric nanoheterostructures 931

Interaction of laser radiation on matter. Laser plasma

Shiryaev O.B. Asymptotic theory of ponderomotive dynamics of an electron in the field of a focused relativistically intense electromagnetic wave packet 936

Zyatikov I.A., Ivanov N.G., Losev V.F., Prokop'ev V.E. Investigation of spectral/temporal parameters of superradiance on molecular nitrogen ions in an air filament. 947

Nonlinear optical phenomena

Zeinali M., Jaleh B., Rashidian Vaziri M.R., Omidvar A. Investigation of nonlinear optical properties of TiO_2 – polystyrene nanocomposite films 951

Arkhipov R.M., Arkhipov M.V., Pakhomov A.V., Rozanov N.N. Population gratings produced in a quantum system using a pair of subcycle pulses 958

Control of laser radiation

Derzhavin S.I., Lyndin N.M., Timoshkin V.N. Phasing a diode array using a phase diffraction mirror 963

Image processing

Balakin D.A., Belinskii A.V. On the possibility of significantly improving the quality of a quantum phantom image by registering an additional image in the object channel 967

Quantum cryptography

Avanesov A.S., Kronberg D.A. Coherent-state quantum cryptography using pseudorandom generators 974

Laser medicine

Belov S.V., Danileiko Yu.K., Egorov A.B., Shilin L.G., Shulutko A.M. Effect of Nd:YAG laser radiation ($\lambda = 1.44 \mu\text{m}$) on myocardial tissue in the treatment of coronary heart disease by transmyocardial laser revascularisation 982

Obituary

In memory of Vladislav Borisovich Rozanov 988

New instruments

Standa: Motorized planar XY linear stage 4th cover page

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 49, № 10, 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, И.В.Безлапотнов

Секретарь редакции Е.В.Коновалова

Формат 60 × 88/8. Усл.-печ. л. 11.76. Уч.-изд. л. 13.13. Цена 1200 руб.

Издательский № 1163

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