



ISSN 0368–7147

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 52, № 4 (598), с.307–406

Апрель, 2022

Ежемесячный журнал, издание основано Н.Г.Басовым в январе 1971 г.
Переводится на английский язык и публикуется под названием
«Quantum Electronics» издательством «IOP Publishing Limited»,
Бристоль, Великобритания

Учредители: Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН», Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Международный учебно-научный лазерный центр МГУ им. М.В.Ломоносова, НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха, Государственный оптический институт им. С.И.Вавилова, НПО «Астрофизика», Институт лазерной физики СО РАН, 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.Пискараскас (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, 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

Редсовет, редколлегия и редакция журнала «Квантовая электроника» поздравляют академика РАН, крупного специалиста в области силовой оптики и мощных лазеров, научного руководителя Института электрофизики и электроэнергетики РАН

**Владислава Юрьевича Хомича
с 70-летием**

и желают ему крепкого здоровья и новых творческих успехов.

Нелинейная оптика

Водопьянов К.Л. Сверхширокополосные частотные гребенки среднего ИК диапазона, создаваемые путем генерации оптических субгармоник	307
Ким Д.В., Пак С., Салль Е.Г., Ким Г.-Х., Яшин В.Е., Янг Д. Нелинейные явления в фемтосекундных лазерных системах на основе тонкостержневых Yb:YAG-усилителей	313
Шленов С.А., Компанец В.О., Дергачев А.А., Кандидов В.П., Чекалин С.В., Соифер Ф.И. Фемтосекундная множественная филаментация оптического вихря на длине волны среднего ИК диапазона в плавленом кварце и фторидах	322
Гордеев А.А., Ефимков В.Ф., Зубарев И.Г. Формирование пространственной структуры излучения накачки в фокальной плоскости линзы при разных типах вынужденного рассеяния света	328

Лазеры

Потемкин А.К., Мартыанов М.А., Миронов С.Ю. Многопроходный дисковый Yb:KGW-усилитель	332
Слипченко С.О., Романович Д.Н., Капитонов В.А., Бахвалов К.В., Пихтин Н.А., Копьев П.С. Квазинепрерывные мощные полупроводниковые лазеры (1060 нм) со сверхширокой излучающей апертурой	340
Слипченко С.О., Головин В.С., Соболева О.С., Ламкин И.А., Пихтин Н.А. Анализ ватт-амперных характеристик мощных полупроводниковых лазеров (1060 нм) в рамках стационарной двумерной модели	343
Бабин А.А., Волков М.В., Гаранин С.Г., Ковалдов С.А., Копалкин А.В., Стариков Ф.А., Страхов А.В., Феоктистов В.В. Лазерная генерация в ИК диапазоне на атомарных переходах цезия и рубидия при накачке на высоколежащие уровни	351
Бутаев М.Р., Козловский В.И., Скасырский Я.К. Полупроводниковый лазер на основе гетероструктуры CdS/ZnSe с продольной оптической накачкой излучением лазерного диода	359
Бутаев М.Р., Скасырский Я.К., Козловский В.И., Андреев А.Ю., Яроцкая И.В., Мармалюк А.А. Полупроводниковый дисковый лазер с длиной волны излучения 780 нм на гетероструктуре $Al_xGa_{1-x}As/Al_yGa_{1-y}As$, выращенной методом MOCVD, с оптической накачкой и накачкой электронным пучком	362

Воздействие лазерного излучения на вещество

Дьячков А.Б., Горкунов А.А., Лабозин А.В., Миронов С.М., Фирсов В.А., Цветков Г.О., Панченко В.Я. Эффект Аутлера–Таунса, частота Раби и определение характеристик распада возбужденных состояний в схеме фотоионизации лютеция	367
Лаптев В.Б., Пигульский С.В. Эффективное двухстадийное лазерное обогащение изотопа углерод-13 до 99% методом ИК многофотонной диссоциации молекул фреонов	371
Сергеев П.Б., Кравчук К.С., Морозов Н.В. Спектры поглощения и механические свойства C:F-нанопокровов, осажденных из лазерной плазмы на поверхность лейкосапфира	376
Рехвиашвили С.Ш., Гаев Д.С., Маргушев З.Ч. Широкополосное излучение поликристаллического графита.	382

Лазерные стандарты частоты

Игнатович С.М., Скворцов М.Н., Месенцова И.С., Квашнин Н.Л., Вишняков В.И., Бражников Д.В., Багаев С.Н. Сравнение полевых сдвигов в атомных часах на основе эффекта когерентного пленения населенностей в атомах ^{87}Rb при модуляции тока накачки лазера на частотах 3.4 и 6.8 ГГц	386
---	-----

Лазерные гироскопы

Петрухин Е.А., Бессонов А.С. О модели формирования комплексных коэффициентов связи в кольцевом резонаторе лазерного гироскопа	391
Шалымов Е.В., Ахмадиев Т.М., Давыдов В.Б. Применение свойств РТ-симметрии для повышения предельной чувствительности оптических резонаторных гироскопов.	402

Новые приборы

«ЛазерТрэк»: лазерные системы от различных производителей	4-я стр. обл.
--	---------------

Редсовет, редколлегия и редакция журнала «Квантовая электроника» сердечно поздравляют известного российского физика, крупного специалиста в области твердотельных лазеров, нелинейной и квантовой оптики, главного научного сотрудника Физического института им. П.Н.Лебедева РАН, члена редколлегии журнала «Квантовая электроника», доктора физико-математических наук, профессора

Анатолия Викторовича Масалова
с 75-летием

и желают ему доброго здоровья, счастья и новых творческих успехов.

QUANTUM ELECTRONICS, vol. 52, No4 (598), pp307–406 (2022)

contents

Nonlinear optics

Vodopyanov K.L. Ultra-broadband mid-infrared frequency combs produced by optical subharmonic generation	307
Kim J.W., Park S., Sall E.G., Kim G.-H., Yashin V.E., Yang J. Nonlinear phenomena in femtosecond laser systems based on Yb:YAG thin-rod amplifiers	313
Shlenov S.A., Kompanets V.O., Dergachev A.A., Kandidov V.P., Chekalin S.V., Soifer F.I. Femtosecond multiple filamentation of an optical vortex in the mid-IR wavelength range in fused silica and fluorides	322
Gordeev A.A., Efimkov V.F., Zubarev I.G. Formation of the spatial structure of pump radiation in the focal plane of a lens for different types of stimulated light scattering	328

Lasers

Potemkin A.K., Mart'yanov M.A., Mironov S.Yu. Multipass Yb: KGW disk amplifier	332
Slipchenko S.O., Romanovich D.N., Kapitonov V.A., Bakhvalov K.V., Pikhtin N.A., Kop'ev P.S. High-power quasi-cw semiconductor lasers (1060 nm) with an ultra-wide emitting aperture	340
Slipchenko S.O., Golovin V.S., Soboleva O.S., Lamkin I.A., Pikhtin N.A. Analysis of light-current characteristics of high-power semiconductor lasers (1060 nm) in a steady-state 2D model	343
Babin A.A., Volkov M.V., Garanin S.G., Kovaldov S.A., Kopalkin A.V., Starikov F.A., Strakhov A.V., Feoktistov V.V. IR laser oscillation on caesium and rubidium atomic transitions upon pumping to high-lying energy levels	351
Butaev M.R., Kozlovsky V.I., Skasyrsky Ya.K. Semiconductor laser based on a CdS/ZnSe heterostructure with longitudinal optical pumping by a laser diode	359
Butaev M.R., Skasyrsky Ya.K., Kozlovsky V.I., Andreev A.Yu., Yarotskaya I.V., Marmalyuk A.A. Semiconductor disk laser with a wavelength of 780 nm based on a MOCVD-grown $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ heterostructure with optical and electron beam pumping	362

Interaction of laser radiation with matter

D'yachkov A.B., Gorkunov A.A., Labozin A.V., Mironov S.M., Firsov V.A., Tsvetkov G.O., Panchenko V.Ya. The Autler–Townes effect, the Rabi frequency, and characterisation of the decay of excited states in the photoionisation scheme of lutetium.	367
Laptev V.B., Pigul'skii S.V. Efficient two-stage laser enrichment up to 99% of carbon-13 isotope by IR multiphoton dissociation of freon molecules	371
Sergeev P.B., Kravchuk K.S., Morozov N.V. Absorption spectra and mechanical properties of C:F nanocoatings deposited from laser plasma onto leucosapphire surface	376
Rekhviashvili S.Sh., Gaev D.S., Margushev Z.Ch. Broadband emission from polycrystalline graphite	382

Laser frequency standards

Ignatovich S.M., Skvortsov M.N., Mesenzova I.S., Kvashnin N.L., Vishnyakov V.I., Brazhnikov D.V., Bagayev S.N. Comparison of field shifts in an atomic clock based on the effect of coherent population trapping in ^{87}Rb atoms under modulation of laser pump current at frequencies of 3.4 and 6.8 GHz	386
--	-----

Laser gyroscopes

Petrukhin E.A., Bessonov A.S. A model for the formation of complex coupling coefficients in a ring resonator of a laser gyroscope.	391
Shalymov E.V., Akhmadiev T.M., Davydov V.B. Application of PT-symmetry properties to increase the limiting sensitivity of optical resonator gyroscopes.	402

New instruments

LASER TRACK: Laser systems from different manufacturers	4th cover page
--	----------------

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).

Электронную версию можно приобрести на сайтах akc.ru, pressa-rf.ru.