



ISSN 0368–7147

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 50, № 7 (577), с.613 – 706

Июль, 2020

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.Степанаха», 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, 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

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 50, № 7, 2020

*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, Е.В.Коновалова

*Секретарь редакции* Е.В.Коновалова

Формат 60 × 88/8. Усл.-печ. л. 11.76. Уч.-изд. л. 12.88. Цена 1350 руб.

Издательский № 1172

Набрано и сверстано с использованием программного пакета Adobe Creative Suite

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Амрит», 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 50, №7 (577), с.613 – 706 (2020)

содержание

Голографические технологии (подборка статей по материалам докладов на конференции «НОЛОЕХРО 2019»)

<b>Одинокое С.Б., Венедиктов В.Ю.</b> Работы по голографии в России. ....	613
<b>Венедиктов В.Ю., Горелая А.В., Красин Г.К., Одинокое С.Б., Севрюгин А.А., Шалымов Е.В.</b> Голографические датчики волнового фронта. ....	614
<b>Грейсух Г.И., Ежов Е.Г., Антонов А.И., Данилов В.А., Усиевич Б.А.</b> Предельные спектральные и угловые характеристики многослойных рельефно-фазовых дифракционных микроструктур. ....	623
<b>Казанский Н.Л., Хонина С.Н., Карпеев С.В., Порфирьев А.П.</b> Дифракционные оптические элементы для мультиплексирования структурированных лазерных пучков. ....	629
<b>Вишняков Г.Н., Иванов А.Д., Левин Г.Г., Минаев В.Л.</b> Сдвиговая спекл-интерферометрия с использованием метода фазовых шагов. ....	636
<b>Злоказов Е.Ю.</b> Методы и алгоритмы компьютерного синтеза голограммных элементов для получения комплексного импульсного отклика оптических систем обработки информации на основе современных пространственных модуляторов света. ....	643
<b>Одинокое С.Б., Жердев А.Ю., Шишова М.В., Соломашенко А.Б., Лушников Д.С., Маркин В.В.</b> Запись брэгговских дифракционных решеток в фоточувствительных материалах методом оптического копирования. ....	653
<b>Погода А.П., Сергеев А.А., Хахалин И.С., Попов Е.Э., Истомина Н.Л., Борейшо А.С., Петров В.М.</b> Голографические отражательные решетки Брэгга коэффициента усиления и их роль в работе мощных импульсных лазеров. ....	658
<b>Ляшенко А.И., Польшикова О.В., Мачихин А.С., Власова А.Г., Пожар В.Э., Козлов А.Б.</b> Трехцветная цифровая голографическая микроскопия на основе интерферометра Маха – Цендера и твердотельного RGB-лазера. ....	662
<b>Евтихий Н.Н., Злоказов Е.Ю., Краснов В.В., Родин В.Г., Стариков Р.С., Черёмхин П.А.</b> Высокоскоростная оперативная реализация голографических и дифракционных элементов с применением микрозеркальных пространственно-временных модуляторов света. ....	667
<b>Скиданов Р.В., Ганчевская С.В., Васильев В.С., Казанский Н.Л.</b> Ограничение числа уровней квантования гармонической линзы как метод повышения качества формируемого изображения. ....	675
<b>Куля М.С., Катковник В.Я., Егизарян К., Петров Н.В.</b> Об особенностях корреляционных измерений параметров импульсных гиперспектральных оптических полей с использованием асимметричного интерферометра. ....	679

## Лазеры

<b>Бутаев М.Р., Козловский В.И., Скасырский Я.К.</b> Полупроводниковый лазер с оптической накачкой на основе наноразмерной гетероструктуры CdS/ZnSe с разрывами зон второго типа. ....	683
<b>Курносое В.Д., Курносое К.В.</b> Об «ошибочности» скоростного уравнения для плотности фотонов полупроводникового лазера. ....	688

## Управление параметрами лазерного излучения

<b>Волков М.В., Гаранин С.Г., Козлова Т.И., Коновальцов М.И., Копалкин А.В., Лебедев Р.С., Стариков Ф.А., Течко О.Л., Тютин С.В., Хохлов С.В., Цыкин В.С.</b> Фазировка излучения 7-канального оптоволоконного лазера с динамическими турбулентными искажениями фазы с использованием стохастического параллельного градиентного алгоритма при ширине полосы 450 кГц. ....	694
--	-----

## Нелинейно-оптические явления

<b>Горелик В.С., Скрабатун А.В., Орлович В.А., Водчиц А.И.</b> Многочастотное вынужденное комбинационное рассеяние света в монокристалле кальцита. ....	700
---	-----

## Новые приборы

<b>Standa:</b> Моторизованный линейный транслятор с прямым приводом. ....	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. 50, No7 (577), pp613–706 (2020)

## contents

Holographic technologies (selection of papers from the HOLOEXRO 2019 conference)

<b>Odinokov S.B., Venediktov V.Yu.</b> Works on holography in Russia .....	613
<b>Venediktov V.Yu., Gorelaya A.V., Krasin G.K., Odinokov S.B., Sevryugin A.A., Shalymov E.V.</b> Holographic wavefront sensors .....	614
<b>Greisukh G.I., Yezhov E.G., Antonov A.I., Danilov V.A., Usievich B.A.</b> Limiting spectral and angular characteristics of multilayer relief–phase diffraction microstructures .....	623
<b>Kazanskii N.L., Khonina S.N., Karpeev S.V., Porfirev A.P.</b> Diffractive optical elements for multiplexing structured laser beams .....	629
<b>Vishnyakov G.N., Ivanov A.D., Levin G.G., Minaev V.L.</b> Shear speckle interferometry using the phase step method .....	636
<b>Zlokazov E.Yu.</b> Methods and algorithms of computer synthesis of hologram elements for obtaining a complex pulse response of optical information processing systems based on modern spatial light modulators .....	643
<b>Odinokov S.B., Zherdev A.Yu., Shishova M.V., Solomashenko A.B., Lushnikov D.S., Markin V.V.</b> Writing of Bragg diffraction gratings in photosensitive materials by the optical copying technique .....	653
<b>Pogoda A.P., Sergeev A.A., Khakhalin I.S., Popov E.E., Istomina N.L., Boreisho A.S., Petrov V.M.</b> Holographic reflective Bragg gratings of gain and their role in the operation of high-power pulsed lasers .....	658
<b>Lyashenko A.I., Pol'shchikova O.V., Machikhin A.S., Vlasova A.G., Pozhar V.E., Kozlov A.B.</b> Three-color digital holographic microscopy based on a Mach–Zehnder interferometer and a solid-state RGB laser .....	662
<b>Evtikhiev N.N., Zlokazov E.Yu., Krasnov V.V., Rodin V.G., Starikov R.S., Cheremkhin P.A.</b> High-speed operational implementation of holographic and diffraction elements using micromirror spatiotemporal light modulators .....	667
<b>Skidanov R.V., Ganchevskaya S.V., Vasil'ev V.S., Kazanskii N.L.</b> Limiting the number of quantisation levels of a harmonic lens as a method for improving the quality of the produced image .....	675
<b>Kulya M.S., Katkovnik V.Ya., Egizaryan K., Petrov N.V.</b> Features of correlation measurements of pulsed hyperspectral optical fields using an asymmetric interferometer .....	679

## Lasers

<b>Butaev M.R., Kozlovskii V.I., Skasyrskii Ya.K.</b> Optically pumped semiconductor laser based on a CdS/ZnSe nanoscale heterostructure with band gaps of the second type. ....	683
<b>Kurnosov V.D., Kurnosov K.V.</b> On the “fallacy” of the rate equation for the photon density of a semiconductor laser .....	688

## Control of laser radiation parameters

<b>Volkov M.V., Garanin S.G., Kozlova T.I., Konoval'tsov M.I., Kopalkin A.V., Lebedev R.S., Starikov F.A., Techko O.L., Tyutin S.V., Khokhlov S.V., Tsykin V.S.</b> Phasing of radiation from a 7-channel fibre-optic laser with dynamic turbulent phase distortions using a stochastic parallel gradient algorithm at a bandwidth of 450 kHz .....	694
---	-----

## Nonlinear optical phenomena

<b>Gorelik V.S., Skrabatun A.V., Orlovich V.A., Vodchits A.I.</b> Multi-frequency stimulated Raman scattering of light in a calcite single crystal .....	700
--	-----

## New instruments

<b>Standa:</b> Motorized Delay Lines Stage .....	4th cover page
--	----------------