



# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 51, № 2 (584), с.95 – 188

Февраль, 2021

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, 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 «Полюс» 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.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

Редсовет, редколлегия и редакция журнала «Квантовая электроника»  
с глубоким прискорбием извещают о смерти на 85-м году жизни видного российского ученого,  
крупнейшего специалиста в области полупроводниковых инжекционных лазеров,  
лауреата Государственной премии СССР и премии Американского оптического общества,  
профессора

**Петра Георгиевича Елисеева**

и выражают соболезнования семье и коллегам покойного

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, том 51, №2 (584), с.95 – 188 (2021)

содержание

## Лазерная биофотоника

<b>Хилов А.В., Сергеева Е.А., Куракина Д.А., Турчин И.В., Кириллин М.Ю.</b> Аналитическая модель формирования флуоресцентного отклика для оценки локализации флуорофора в биоткани с помощью двухволнового флуоресцентного имиджинга . . . . .	95
<b>Тучина Д.К., Меерович И.Г., Синдеева О.А., Жердева В.В., Казачкина Н.И., Соловьев И.Д., Савицкий А.П., Богданов А.А. мл., Тучин В.В.</b> Перспективы мультимодальной визуализации биологических тканей с использованием флуоресцентного имиджинга. . . . .	104
<b>Шуплецов В.В., Жеребцов Е.А., Дрёмин В.В., Попов А.П., Быков А.В., Потапова Е.В., Дунаев А.В., Меглинский И.В.</b> Использование модельных образцов кожи человека на основе полиакриламида в задачах гиперспектральной флуоресцентной визуализации и спектроскопии . . . . .	118

## Лазеры

<b>Бобрецова Ю.К., Веселов Д.А., Подоскин А.А., Воронкова Н.В., Слипенченко С.О., Ладугин М.А., Багаев Т.А., Мармалюк А.А., Пихтин Н.А.</b> Экспериментальная методика исследования оптического поглощения в волноводных слоях полупроводниковых лазерных гетероструктур . . . . .	124
<b>Гаврина П.С., Подоскин А.А., Фомин Е.В., Веселов Д.А., Шамахов В.В., Слипенченко С.О., Пихтин Н.А., Копьев П.С.</b> Ватт-амперные характеристики мощных импульсных полупроводниковых лазеров (1060 нм), работающих при повышенных (до 90 °С) температурах. . . . .	129
<b>Волков Н.А., Андреев А.Ю., Яроцкая И.В., Рябоштан Ю.Л., Светогоров В.Н., Ладугин М.А., Падалица А.А., Мармалюк А.А., Слипенченко С.О., Лютецкий А.В., Веселов Д.А., Пихтин Н.А.</b> Полупроводниковые AlGaInAs/InP-лазеры ( $\lambda = 1450 - 1500$ нм) с сильно асимметричным волноводом . . . . .	133
<b>Фёдоров И.А.</b> О возможности применения тетрафторгидразина в качестве окислителя в сверхзвуковом непрерывном химическом HF-лазере . . . . .	137

## Управление параметрами лазерного излучения

<b>Кузьмин А.А., Хазанов Е.А., Шайкин А.А.</b> Ограничение энергии импульсов мощных наносекундных лазеров из-за образования плазмы в пространственных фильтрах . . . . .	142
<b>Шан Гао, Вей Ван.</b> Термооптические свойства, модуляция добротности и перестройка частоты излучения Nd:LGGG-лазера на переходе $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ иона неодима. . . . .	149
<b>Абрамов А.С., Золотовский И.О., Камынин В.А., Лапин В.А.</b> Временная компрессия частотно-модулированных импульсов в световодах с внутриволоконными решетками показателя преломления . . . . .	153

## Генерация терагерцевого излучения

<b>Дубинов А.А., Алешкин В.Я., Гавриленко В.И., Румянцев В.В., Михайлов Н.Н., Дворецкий С.А., Уточкин В.В., Морозов С.В.</b> Терагерцевая лазерная генерация на гибридном поверхностном плазмоне в структуре на основе HgCdTe . . . . .	158
<b>Долгов А.К., Ушаков Д.В., Афоненко А.А., Дюжиков И.Н., Глинский И.А., Пономарев Д.С., Хабибуллин Р.А.</b> Моделирование эффективности электрической накачки квантово-каскадного терагерцевого лазера при неоднородном питании током . . . . .	164

## Взаимодействие излучения с веществом

<b>Кононенко В.В., Гололобов В.М., Кононенко Т.В., Гончаров Е.А., Конов В.И.</b> Сравнительное исследование динамики лазерного пробоя воды и гексана с помощью интерференционной микроскопии . . . . .	169
--	-----

## Волоконно-оптические датчики

<b>Бенгальский Д.М., Харасов Д.Р., Фомиряков Э.А., Никитин С.П., Наний О.Е., Трещиков В.Н.</b> Работа когерентного рефлектометра в условиях сильного локального воздействия на волокно . . . . .	175
--	-----

## Дифракционная оптика

<b>Грейсх Г.И., Ежов Е.Г., Захаров О.А., Данилов В.А., Усиевич Б.А.</b> Предельные спектральные и угловые характеристики пилообразных двухслойных двухрельефных дифракционных микроструктур . . . . .	184
---	-----

## Новые приборы

<b>Coherent:</b> Семейство титан-сапфировых осцилляторов ультракоротких импульсов Vitara . . . . .	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. 51, No2 (584), pp95–188 (2021)

## contents

### Laser biophotonics

<b>Khilov A.V., Sergeeva E.A., Kurakina D.A., Turchin I.V., Kirillin M.Yu.</b> An analytical model for the formation of a fluorescent response for assessing the localisation of a fluorophore in biological tissue using two-wavelength fluorescence imaging	95
<b>Tuchina D.K., Meerovich I.G., Sindeeva O.A., Zherdeva V.V., Kazachkina N.I., Solov'ev I.D., Savitsky A.P., Bogdanov A.A. Jr., Tuchin V.V.</b> Prospects for multimodal imaging of biological tissues using fluorescence imaging	104
<b>Shupletsov V.V., Zherebtsov E.A., Dremine V.V., Popov A.P., Bykov A.V., Potapova E.V., Dunaev A.V., Meglinski I.V.</b> Use of model human skin samples based on polyacrylamide in hyperspectral fluorescence imaging and spectroscopy	118

### Lasers

<b>Bobretsova Yu.K., Veselov D.A., Podoskin A.A., Voronkova N.V., Slipchenko S.O., Ladugin M.A., Bagaev T.A., Marmalyuk A.A., Pikhtin N.A.</b> Experimental technique for studying optical absorption in waveguide layers of semiconductor laser heterostructures	124
<b>Gavrina P.S., Podoskin A.A., Fomin E.V., Veselov D.A., Shamakhov V.V., Slipchenko S.O., Pikhtin N.A., Kop'ev P.S.</b> Light–current characteristics of high-power pulsed semiconductor lasers (1060 nm) operating at elevated (up to 90 °C) temperatures	129
<b>Volkov N.A., Andreev A.Yu., Yarotskaya I.V., Ryaboshan Yu.L., Svetogorov V.N., Ladugin M.A., Padalitsa A.A., Marmalyuk A.A., Slipchenko S.O., Lutetskii A.V., Veselov D.A., Pikhtin N.A.</b> Semiconductor AlGaInAs/InP lasers ( $\lambda = 1450 - 1500$ nm) with a highly asymmetric waveguide	133
<b>Fedorov I.A.</b> The possibility of using tetrafluorohydrazine as an oxidiser in a supersonic cw chemical HF laser	137

### Control of laser radiation parameters

<b>Kuzmin A.A., Khazanov E.A., Shaykin A.A.</b> Energy limitation of high-power nanosecond laser pulses due to plasma formation in spatial filters	142
<b>Shang Gao, Wei Wang.</b> Thermo-optical, Q-switching and frequency tuning properties of a Nd:LGGG laser based on the $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{13/2}$ transition of a neodymium ion	149
<b>Abramov A.S., Zolotovskii I.O., Kamynin V.A., Lapin V.A.</b> Time compression of frequency-modulated pulses in fibres with in-fibre refractive index gratings	153

### Generation of THz radiation

<b>Dubinov A.A., Aleshkin V.Ya., Gavrilenko V.I., Rumyantsev V.V., Mikhailov N.N., Dvoretzskii S.A., Utochkin V.V., Morozov S.V.</b> Terahertz laser generation on a hybrid surface plasmon in a HgCdTe-based structure	158
<b>Dolgov A.K., Ushakov D.V., Afonenko A.A., Dyuzhikov I.N., Glinskii I.A., Ponomarev D.S., Khabibullin R.A.</b> Simulation of the efficiency of electric pumping of a quantum-cascade THz laser under inhomogeneous current supply	164

### Interaction of radiation with matter

<b>Kononenko V.V., Gololobov V.M., Kononenko T.V., Goncharov E.A., Konov V.I.</b> Comparative study of the dynamics of laser breakdown of water and hexane using interference microscopy	169
--	-----

### Fibre-optic sensors

<b>Bengalskii D.M., Kharasov D.R., Fomiryakov E.A., Nikitin S.P., Nanii O.E., Treshchikov V.N.</b> Coherent reflectometer operation under strong local impact on fibre	175
--	-----

### Diffraction optics

<b>Greisukh G.I., Ezhov E.G., Zakharov O.A., Danilov V.A., Usievich B.A.</b> Limiting spectral and angular characteristics of sawtooth two-layer double-relief diffraction microstructures	184
--	-----

### New instruments

<b>Coherent:</b> Ultrashort pulse Ti:sapphire oscillator family Vitara	4th cover page
--	----------------

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 51, № 2, 2021

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 № 1179

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