



ISSN 0368–7147

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Том 52, № 11 (605), с. 963 – 1062

Ноябрь, 2022

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

**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.Степанаха, Государственный оптический институт им. С.И.Вавилова, Институт лазерной физики СО РАН, трудовой коллектив редакции журнала

**Главный редактор** О.Н.Крохин, *первый заместитель главного редактора* Н.Н. Колачевский, *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, В.В.Тучин, А.М.Шалагин, И.А.Щербаков

**Редакционная коллегия:** А.П.Богатов, В.И.Белотелов, В.Ю.Венедиктов, С.Г.Гречин, Н.Н.Евтихийев, В.Н.Задков, И.Г.Зубарев, Н.Н.Ильчёр, 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

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
и редакционная коллегия журнала «Квантовая электроника»  
с глубоким прискорбием сообщают о скоростижной кончине 24 ноября  
на 72-м году жизни члена редколлегии, крупного специалиста в области квантовой  
и нелинейной оптики, доктора физико-математических наук профессора МИФИ

**Андрея Ивановича Маймистова**

и выражают глубокие соболезнования его родным и близким.

# КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, том 52, № 11 (605), с. 963 – 1062 (2022)

## содержание

Подборка докладов, представленных на Международном семинаре по волоконным лазерам (Новосибирск, 15–19 августа 2022 г.) (редакторы-составители С.Л.Семёнов и С.А.Бабин)

<b>Скворцов М.И., Абдуллина С.Р., Власов А.А.</b> Одночастотный эрбиевый лазер на основе случайной распределенной обратной связи, реализованной на неоднородностях фазовой маски	963
<b>Рибенек В.А., Итрин П.А., Коробко Д.А., Фотиади А.А.</b> Управление числом солитонов в волоконном лазере путем резонансной инжекции внешнего узкополосного излучения	967
<b>Кохановский А.Ю., Перепелов А.Е., Серебренников К.В.</b> Исследование влияния взаимодействия спектральной фильтрации и медленного насыщающегося поглощения на формирование сверхкоротких импульсов в волоконных лазерах	975
<b>Ефремов В.Д., Харенко Д.С.</b> Численное исследование схемы волоконного оптического параметрического генератора с двухплечевой синхронной накачкой	979
<b>Цветков С.В., Лихачев М.Е.</b> Одномодовые волоконные $P_2O_5 - F - SiO_2$ -световоды с оптимизированным акустическим профилем: влияние контраста оптического показателя преломления и состава легирования сердцевинны на максимум коэффициента усиления ВРМБ	984
<b>Кривошеина Д.А., Ткаченко А.Ю., Лобач И.А., Каблуков С.И.</b> Когерентный оптический частотный рефлектометр на основе самосканирующего волоконного лазера для распределенных измерений	994
<b>Лихов В.В., Васильев С.А., Алагашев Г.К., Семёнов С.Л., Охримчук А.Г.</b> Прямая лазерная запись спиральной брэгговской решетки в кварцевом вихревом волоконном световоде	1001
<b>Кашайкин П.Ф., Васильев С.А., Томашук А.Л., Игнатъев А.Д., Брицкий В.А., Шаймерденов А.А., Аханов А.М., Сильнягин П.П., Кульсартов Т.В.</b> Радиационная стойкость волоконных брэгговских решеток при интенсивном реакторном облучении	1007
<b>Бронников К.А., Гладких С.А., Окотруб К.А., Корольков В.П., Кучмижак А.А., Достовалов А.В.</b> Формирование лазерно-индуцированных периодических структур на тонких пленках нитридов переходных металлов и полупроводников	1012
<b>Сидельников О.С., Редюк А.А., Федорук М.П.</b> Схема обработки сигналов в приемнике многомодовых линий связи на основе сверточных нейронных сетей	1018
<b>Гребенёв В.Н., Гришков А.Н., Медведев С.Б., Федорук М.П.</b> Гидродинамическое приближение для двумерной оптической турбулентности: симметрии статистических распределений	1023
<b>Немыкин А.В., Шапиро Д.А.</b> Дифракция на идеально проводящей ленточной решетке	1031
<b>Белай О.В.</b> Быстрый численный метод второго порядка точности для решения обратной задачи рассеяния	1039
<b>Абрамов А.С., Золотовский И.О., Кадочкин А.С., Моисеев С.Г., Паняев И.С., Санников Д.Г., Явтушенко М.С., Светухин В.В., Фотиади А.А.</b> Генерация частотно-модулированных оптических импульсов ИК диапазона в полупроводниковой волноводной структуре с реализуемой волной пространственного заряда	1044

## Лазеры

<b>Першин С.М., Макаров В.С., Гришин М.Я., Завозин В.А., Коромыслов А.Л., Леднёв В.Н., Сдвиженский П.А., Прохазка И., Тупицын И.М., Чешев Е.А.</b> Новый режим генерации диодного лазера: 200-пикосекундный фронт наносекундного импульса	1050
---	------

## Управление параметрами лазерного излучения

<b>Розанов Н.Н.</b> О динамике одномодового лазера с дополнительным зеркалом	1054
--	------

## Распространение электромагнитных волн

<b>Маймистов А.И.</b> Распространение электромагнитных волн в нелинейной гиперболической среде	1057
--	------

## Новые приборы

<b>ЛАССАРД:</b> Оптомеханика от российского производителя	3-я стр. обл.
<b>ЛазерТрэк:</b> Лазерные системы от различных производителей	4-я стр. обл.

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА, т. 52, № 11, 2022

Научные редакторы А.И.Маслов, А.Б.Савельев, А.С.Семёнов

Редакторы М.Л.Гартаницкая, Н.И.Назарова, Т.А.Рештакова, Л.В.Стратонникова

Редакторы–операторы ЭВМ И.В.Безлапотнов, Т.С.Волохова, Е.В.Коновалова, А.И.Корнилова

Секретарь редакции Е.В.Коновалова

Формат 60 × 88/8. Усл.-печ. л. 12.49. Уч.-изд. л. 13.86. Цена 1450 руб.

Издательский № 1200

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами ИП КОПЫЛЬЦОВ ПАВЕЛ ИВАНОВИЧ,

e-mail: Kopyltsov\_Pavel@mail.ru

# QUANTUM ELECTRONICS, vol. 52, No 11 (605), pp 963 – 1062 (2022)

## contents

Selection of papers presented at the International Workshop on Fibre Lasers (Novosibirsk, 15 – 19 August 2022) (Compiled and edited by S.L. Semjonov and S.A. Babin)

<b>Skvortsov M.I., Abdullina S.R., Vlasov A.A.</b> Single-frequency erbium laser with random distributed feedback implemented on phase mask inhomogeneities . . . . .	963
<b>Ribenek V.A., Itrin P.A., Korobko D.A., Fotiadi A.A.</b> Control of the number of solitons in a fibre laser by resonant injection of external narrow-band light . . . . .	967
<b>Kokhanovskii A.Yu., Perepelov A.E., Serebrennikov K.V.</b> Study of the influence of interaction of spectral filtering and slow saturable absorption on the formation of ultrashort pulses in fibre lasers . . . . .	975
<b>Efremov V.D., Kharenko D.S.</b> Numerical study of the scheme of a fibre optical parametric oscillator with two-arm synchronous pumping . . . . .	970
<b>Tsvetkov S.V., Likhachev M.E.</b> Single-mode $P_2O_5-F-SiO_2$ fibres with an optimised acoustic profile: Influence of the optical refractive index contrast and the doping composition of the core on the stimulated Brillouin gain maximum . . . . .	984
<b>Krivoshchina D.A., Tkachenko A.Yu., Lobach I.A., Kablukov S.I.</b> Coherent optical frequency reflectometer based on a self-scanning fibre laser for distributed measurements . . . . .	994
<b>Likhov V.V., Vasil'ev S.A., Alagashev G.K., Semjonov S.L., Okhrimchuk A.G.</b> Direct laser inscription of a spiral Bragg grating in a vortex silica fibre. . . . .	1001
<b>Kashaikin P.F., Vasil'ev S.A., Tomashuk A.L., Ignat'ev A.D., Britskii V.A., Shaimerdenov A.A., Akhanov A.M., Sil'nyagin P.P., Kul'sartov T.V.</b> Radiation resistance of fibre Bragg gratings under intense reactor irradiation . . . . .	1007
<b>Bronnikov K.A., Gladkikh S.A., Okotrub K.A., Korol'kov V.P., Kuchmizhak A.A., Dostovalov A.V.</b> Formation of laser-induced periodic structures on thin films of transition metal nitrides and semiconductors . . . . .	1012
<b>Sidelnikov O.S., Redyuk A.A., Fedoruk M.P.</b> Scheme of signal processing in a receiver of multimode communication lines based on convolutional neural networks . . . . .	1018
<b>Grebenev V.N., Grishkov A.N., Medvedev S.B., Fedoruk M.P.</b> Hydrodynamic approximation for two-dimensional optical turbulence: symmetries of statistical distributions . . . . .	1023
<b>Nemykin A.V., Shapiro D.A.</b> Diffraction by a perfectly conducting strip grating . . . . .	1031
<b>Belai O.V.</b> Fast numerical method of the second order of accuracy for solving the inverse scattering problem . . . . .	1039
<b>Abramov A.S., Zolotovskii I.O., Kadochkin A.S., Moiseev S.G., Panyaev I.S., Sannikov D.G., Yavtushenko M.S., Svetukhin V.V., Fotiadi A.A.</b> Generation of frequency-modulated optical IR pulses in a semiconductor waveguide structure with a realised space charge wave . . . . .	1044

## Lasers

<b>Pershin S.M., Makarov V.S., Grishin M.Ya., Zavozin V.A., Koromyslov A.L., Lednev V.N., Sdvizhenskii P.A., Prokhazka I., Tupitsyn I.M., Cheshev E.A.</b> New lasing regime of a diode laser: 200-ps nanosecond-pulse edge . . . . .	1050
---	------

## Control of laser radiation parameters

<b>Rosanov N.N.</b> Dynamics of a single-mode laser with an additional mirror . . . . .	1054
---	------

## Propagation of electromagnetic waves

<b>Maimistov A.I.</b> Propagation of electromagnetic waves in a nonlinear hyperbolic medium . . . . .	1057
---	------

## New instruments

<b>LASSARD:</b> Optomechanics made in Russia . . . . .	3rd cover page
<b>LaserTrack:</b> 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](http://akc.ru), [pressa-rf.ru](http://pressa-rf.ru).