

**Редакционная коллегия**

Н. Л. Истомина, д-р физ.-мат. наук, Московский авиационный институт, кафедра Управление инновациями, Московский университет геодезии и картографии, кафедра оптико-электронных приборов (Москва)

А. В. Наумов, член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт спектроскопии РАН, Московский педагогический государственный университет, заведующий кафедрой теоретической физики им. Э. В. Шпольского (Москва)

А. С. Борейшо, д-р техн. наук, Институт лазерной техники и технологий Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова (Санкт-Петербург)

Г. Т. Микаелян, д-р техн. наук, «НПП «ИНЖЕКТ», Институт магистратуры НИЯУ МИФИ (Саратов)

Е. В. Земляков, канд. техн. наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Институт лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) (Санкт-Петербург)

В. Ю. Венедиктов, д-р физ.-мат. наук, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» (Санкт-Петербург)

О. А. Алексеева, канд. физ.-мат. наук, Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова ФНИЦ «Кристаллография и Фотоника» РАН (Москва)

И. С. Шелемба, канд. техн. наук, ООО «Инверсия-Сенсор» (Пермь)

Председатель редакционного совета:

И. Б. Ковш, д-р физ.-мат. наук, президент Лазерной ассоциации

Редакционный совет

С. А. Бабин, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт автоматики и электрометрии СО РАН (Новосибирск)

Ю. В. Бажанов, д-р техн. наук, ОАО НПК «Системы прецизионного приборостроения» (Москва)

А. В. Будаговский, д-р техн. наук, ВНИИ генетики и селекции плодовых растений им. И. В. Мичурина (Тамбовская обл., Мичуринск)

Г. И. Долгих, академик РАН, Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН (Владивосток)

А. Г. Казанский, д-р физ.-мат. наук, Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва)

А. В. Карменян, д-р техн. наук, Государственный университет Донгха (Хуалинь), Исследовательский центр биофотоники и молекулярной визуализации, Национальный Ян Мин университет Тайпея (Тайпей)

В. Н. Крутиков, д-р техн. наук, ВНИИ оптико-физических измерений, Высшая школа экономики (Москва)

Е. В. Кузнецов, д-р техн. наук, НИИ «Полус» им. М. Ф. Стельмаха, Москва

А. А. Лутвинов, член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт космических исследований РАН (Москва)

В. П. Минаев, канд. техн. наук, «НТО ИРЭ-Полус», группа компаний IPG Photonics

В. В. Осипов, член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт электрофизики УрО РАН, Уральский физико-технический университет (Екатеринбург)

Р. В. Ромашко, член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН (Владивосток)

Г. А. Туричин, д-р техн. наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Институт лазерных и сварочных технологий (ИЛИСТ) Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого (Санкт-Петербург)

Чжу Сяо, директор Национального исследовательского центра лазерных технологий Хуанжонского университета, президент Лазерной ассоциации оптической долины Китая, (Ухань, провинция Хубэй, Китай)

В. Я. Шур, д-р физ.-мат. наук, Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета им. Б. Н. Ельцина, Уральский центр коллективного пользования «Современные нанотехнологии» (Екатеринбург)

И. А. Щербаков, академик РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, Московский физико-технический институт (МФТИ) (Москва)

Ю. В. Чугуй, д-р техн. наук, Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, Новосибирский государственный университет (Новосибирск)

Технологическое оборудование и технологии

8 А. С. Москаленко, А. В. Самвелов, И. В. Либкинд, А. В. Лобашов
Технология нанесения покрытия в производстве апертурных «холодных» диафрагм для фотоприемных устройств

Аддитивные технологии

16 К. А. Егорова, К. А. Розанов, А. И. Киян, Д. А. Синев
Управление твердостью поверхностного слоя титановых образцов за счет аддитивной лазерной обработки

Оптико-электронные системы и комплексы

26 Ю. В. Филатов, А. С. Кукаев, В. Ю. Венедиктов, А. А. Севрюгин, Е. В. Шалымов
Микрооптические гироскопы на основе резонаторов мод шепчущей галереи

Атмосферные оптические линии связи

46 М. В. Тарасенков, С. А. Пешков, Е. С. Познахарев
Оценка вероятности регистрации ошибочных символов в канале атмосферной оптической связи на рассеянном излучении в УФ-диапазоне длин волн в условиях дня и ночи

Квантовые технологии

58 В. М. Петров, Д. А. Коротеев, Д. А. Семисалов, В. С. Страшилин, Д. С. Хлусевич, М. И. Яковлев, М. В. Парфенов
Интегрально-оптические C-NOT гейты: оценка основных параметров для практической реализации

Оптические измерения

72 Т. В. Гордейчук, М. В. Казачек
Ионизация Са при сонолюминесценции водного раствора СаCl₂

Обложка «Путешествие в Микровселенной» авторский файл Натальи Галенковой (Синтез проектов «GRAFFEN Nanotechnology Space», Марина Пахомова и «Молекула России», Ева Никонова, все права защищены) представлено с разрешения Арт-команды «МНОГОМЕРНОСТЬ» научно-техническому журналу ФОТОНИКА. Издательство «ТЕХНОСФЕРА». ISSN 1993-7296.

LightCLEAN

ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА

ИГРЫ КОНЧИЛИСЬ. ЧИСТИТ ВСЁ!



Мощность лазера
до 1000 Вт

Ширина обработки
до 100 мм

Фокусное расстояние
150 мм

Охлаждение
Воздушное

Вес
60 кг



ПРОИЗВОДСТВО И СЕРВИС НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

LightCLEAN – компактная и производительная система лазерной очистки. В систему интегрирован уникальный, мощный, импульсный волоконный лазер, который кратно повышает производительность обработки и даёт возможность дополнительных, тонких настроек технологического процесса, что позволяет производить очистку загрязнённой поверхности без её оплавления. Удобный промышленный дизайн и предзаписанные режимы не требуют специальной квалификации оператора и позволяют сразу начать работу.

Преимущества LightCLEAN:

- Лучший баланс габаритных размеров и производительности
- Очистка без оплавления и повреждения поверхности
- Предустановленные режимы и ручные настройки
- Производство, сервис и поддержка на территории РФ

Подробнее обо всех новинках Вы можете узнать у наших консультантов по e-mail и телефону:

+7 (495) 968-99-32; sales@ntoire-polus.ru

www.ipgphotonics.com



**Editorial Staff**

N. L. Istomina, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Moscow Aviation Institute, Department of Innovation Management, Moscow University of Geodesy and Cartography, Department of Optoelectronic Devices (Moscow)
A. V. Naumov, corresponding member of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Spectroscopy of RAS, Moscow State Pedagogical University, Head of the Department of Theoretical Physics n. a. E. V. Shpolsky (Moscow)
A. S. Boreisho, Doctor of Engineering Sciences, Institute of Laser Engineering and Technology of the Baltic State Technical University "VOENMEH" n. a. D. F. Ustinov (St. Petersburg)
G. T. Mikaelyan, Doctor of Engineering Sciences, SIE "INJECT", Institute of Master studies at NRNU MEPhI (Saratov)
E. V. Zemlyakov, Cand. of Engineering Sciences, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg)
V. Yu. Venediktov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" (St. Petersburg)
O. A. Alekseeva, Cand. of Physical and Mathematical Sciences, Shubnikov Crystallography Institute of the Russian Academy of Sciences (Moscow)
I. S. Shelemba, Cand. of Engineering Sciences, Inversion-Sensor LLC (Perm)

Chairman of the Editorial Board:

I. B. Kovsh, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, President of the Laser Association

Editorial Board

S. A. Babin, corresponding member of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Siberian branch of RAS Institute of Automation and Electrometry (Novosibirsk)
Yu. V. Bazhanov, Doctor of Engineering Sciences, SPC Systems of Precision Instrumentation OJSC (Moscow)
A. V. Budagovsky, Doctor of Engineering Sciences, All-Union Scientific and Research Institute of Genetics and selection of fruit plants n. a. I. V. Michurin (Tambov Region, Michurinsk)
G. I. Dolgikh, Academician of the Russian Academy of Sciences, Pacific Oceanological Institute n. a. V. I. Il'ichev, FEB of RAS (Vladivostok)
A. G. Kazansky, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Faculty of Physics, M. V. Lomonosov Moscow State University (Moscow)
A. V. Karmenyan, Doctor of Engineering Sciences, Dong Hwa State University (Hualin), Biophotonics and Molecular Imaging Research Centre, National Yang Ming University of Taipei (Taipei)
V. N. Krutikov, Doctor of Engineering Sciences, All-Union Scientific and Research Institute of Optical and Physical Measurements, Higher School of Economics (Moscow)
E. V. Kuznetsov, Doctor of Engineering Sciences, POLYUS Research Institute of M. F. Stelmakh
A. A. Lutovinov, corresponding member of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Space Research Institute of RAS (Moscow)
V. P. Minaev, Candidate of Engineering Sciences, SEO IRE-Polus, IPG Photonics Group
V. V. Osipov, corresponding member of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Electrophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ural Physical-Technical University (Yekaterinburg)
R. V. Romashko, corresponding member of RAS, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Automation and Control Processes FEB of RAS (Vladivostok)
G. A. Turichin, Doctor of Engineering Sciences, St. Petersburg State Marine Technical University, Institute of Laser and Welding Technologies (ILIST) of St. Petersburg Polytechnic University n. a. Peter the Great (St. Petersburg)
Zhu Xiao, Director of the National Laser Technology Research Center of the University of Huangzhong, President of the Laser Association of the Optical Valley of China, (Wuhan, Hubei Province, China)
V. Ya. Shur, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of Natural Sciences and Mathematics of the Ural Federal University n. a. B. N. Yeltsin, Ural Centre for Collective Use "Modern Nanotechnologies" (Yekaterinburg)
I. A. Scherbakov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Institute of General Physics n. a. A. M. Prokhorov of RAS, Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT) (Moscow)
Yu. V. Chuguy, Doctor of Engineering Sciences, Design and Technological Institute of Scientific Instrument Making SB RAS, Novosibirsk State University (Novosibirsk)

Technological Equipment and Technologies

8 *A. S. Moskalenko, A. V. Samvelov, I. V. Libkind, A. V. Lobashov*
Coating Technology in the Production of Aperture "Cold" Diaphragms for Photodetectors

Additive Technologies

16 *X. A. Egorova, K. A. Rozanov, A. I. Kiian, D. A. Sinev*
Features of Additive Laser Processing for the Surface Layer Hardness Increase on Titanium Samples

Optical-Electronic Systems & Complexes

26 *Yu. V. Filatov, A. S. Kukaev, V. Yu. Venediktov, A. A. Sevryugin, E. V. Shalymov*
Microoptical Gyros Based on Whispering Gallery Mode Resonators

Free-Space Optical Communication

46 *M. V. Tarasenkova, S. A. Peshkov, E. S. Poznakharev*
Estimated Bit Error Rate in the Atmospheric Optical Communication Channel Based on Scattered Radiation in the UV-wavelength Range in the Daytime and at Night

Quantum Technologies

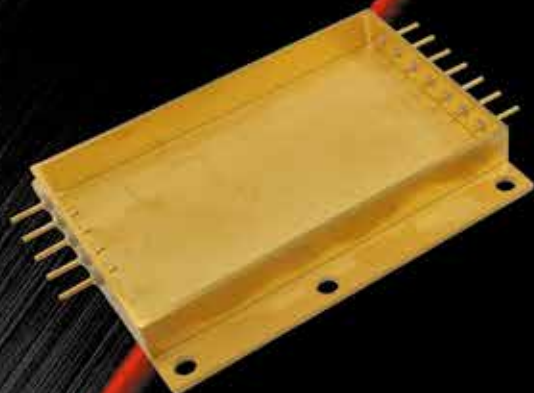
58 *V. M. Petrov, D. A. Koroteev, D. A. Semisalov, V. S. Strashilin, D. S. Khlusevich, M. I. Yakovlev, M. V. Parfenov*
Integrated Optical C-NOT Gates: Estimation of the Main Parameters for Practical Design

Optical Measurements

72 *T. V. Gordeychuk, M. V. Kazachek*
Calcium Ionization During Sonoluminescence from CaCl_2 Aqueous Solution

Cover "Journey in the Microverse" by Natalia Galenkova (Synthesis of projects "GRAFFEN Nanotechnology Space", Marina Pakhomova and "Molecule of Russia", Eva Nikonova, all rights reserved) submitted with the permission of the Art Team "MULTIDIMENSIONALITY" to the scientific and technical journal PHOTONICS. Publishing house "TECHNOSPHERE". ISSN 1993-7296

МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ КОРПУСА










**КОРПУСА ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С КЕРАМИЧЕСКИМИ
ИЗОЛЯТОРАМИ ВЫВОДОВ И СИЛОВЫХ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ**

СОСТАВ КОРПУСОВ:

- Корпуса состоят из основания и крышки.
- Покрытие крышки Хим.НЗ или НЗ.
- Все открытые металлизированные поверхности и металлические части основания корпуса имеют антикоррозионное золотое покрытие.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРПУСОВ

Наименование корпуса	КОРПУС МК 12.8-1	КОРПУС МК 12.8-2	КОРПУС МК 12Ф.8-3	КОРПУС МК 12.10-1	КОРПУС МК 12Ф.10-2	КОРПУС МК 41Ф.12-2	КОРПУС МК 41Ф.12-3
Количество выводов	8	8	8	10	10	12	12
Внешний вид корпуса							
Диаметр выводов, мм	Ø 0,6	Ø 0,8	Ø 0,8	Ø 1,0	Ø 1,0	Ø 1,0	Ø 1,5
Габаритные размеры корпуса, не более, мм	26,6×26,6 ×6,5	37,1×28,6 ×7,9	50,7×28,6 ×7,9	53,35×28,25 ×9,00	73,75×28,25 ×9,00	68,65×56,15 ×9,05	94,95×39,95 ×10,85
Размер монтажной площадки корпуса, не менее, мм	24,0×17,4	34,3×17,2	34,3×17,2	50,5×17,0	50,5×17,0	60,3×39,4	73,4×36,9
Масса основания корпуса, не более, г	12,80	20,1	20,1	28,60	32,75	79,0	61,5
Масса крышки, не более, г	2,70	4,1	4,1	10,75	10,75	22,9	20,9
Способ герметизации	Лазерная сварка						
Особенности	Вертикальное расположение выводов относительно плоскости основания					Планарное расположением выводов относительно плоскости основания	
Покрытие	Н23л.1,5						



125480, МОСКВА,
УЛ. ПЛАНЕРНАЯ, Д. 7А

8 (495) 657-87-37

TP@TEST-EXPERT.RU

WWW.TEST-EXPERT.RU



Список рекламодателей

Авеста	II обложка
Арктика	77
Вакуумтехэкспо. Москва	45
Лассард	IV обложка
ЛЛС	1
Металлообработка. Москва	III обложка
Металлообработка. Машиностроение.	
Минск	71
Металлообработка. Сварка.	
Екатеринбург	79
Национальный металлообработывающий форум	57
НТО ИРЭ-Полус	3
ПТЯ. Санкт-Петербург	13
Ростокс-Н	15
Тестприбор	5
Техноскан Фотоникс	7
Фотоника. Москва	25
СПбГМТУ / ИЛИСТ	23

Группы научных специальностей,
по которым издание входит

в Перечень ВАК

(по состоянию на 15.02.2023 года):

- 1.3.6 Оптика
- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.19 Лазерная физика
- 2.2.5 Приборы навигации
- 2.2.6 Оптические и оптико-электронные
приборы и комплексы
- 2.6.5 Порошковая металлургия
и композиционные материалы

Учредитель – АО «РИЦ «Техносфера»

Генеральный директор: О. А. Казанцева
Главный редактор: Н. Л. Истомина, д-р физ.-мат. наук
Научные редакторы: К. С. Непеина, О. Н. Азарова
Литературный редактор: В. Г. Сиромеха
Компьютерная верстка: А. А. Небольсин
Реклама: Л. В. Карякина | rec-knigi@electronics.ru
Ответственный секретарь:
Э. А. Газина | journal@electronics.ru
Сбыт и подписка:
А. Метлов | sales@technosphera.ru,
Е. Зайкова | magazine@technosphera.ru

ФОТОНИКА ©

Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7.09.2017 г., ПИ №ФС77-71014. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования. Журнал входит в базу RSCI на платформе Web of Science с 17.12.2015.
На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей.

Подписка

По каталогу «Газеты и журналы» АО «Почта России», индекс ПН754
ООО «Урал-Пресс Округ»
ООО «Руспресса»
ООО «Агентство «Книга-Сервис»
ООО «ГЛОБАЛПРЕСС»
ООО «СЕРВИСПРЕСС»
В редакции журнала ☎ +7 495 234-01-10 (доб. 335)
✉ magazine@technosphera.ru

Журнал издается с 2007 года.
Периодичность 8 номеров в год.
Подписано в печать 22.02.2023 г. Тираж 4 500 экз.
Цена договорная.
Отпечатано в ООО «Юнион Принт», г. Н. Новгород,
ул. Окский съезд, д. 2.
Номер заказа 230 429.

© При перепечатке ссылка на журнал «ФОТОНИКА» обязательна. Редакционное мнение основано на точке зрения рецензентов рукописи. Рукописи рецензируются, но не возвращаются. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Адрес редакции

✉ Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16
✉ 125319, Москва, а/я 91
☎ +7 495 234-0110 ☎ +7 495 956-3346
www.photonics.ru | journal@electronics.ru
www.technosphera.ru | elibrary.ru | www.e.lanbook.ru

Наши представители в Германии

RFC Russland Experten Consulting GmbH
✉ 88077 Ulm / Germany
☎ + (49) 731 3788 0070
☎ + (49) 151 1568 2018
✉ info@russland-experten.com
🌐 www.russland-experten.com

Founder – APC TECHNOSPHERA JSC

General Director: O. A. Kazantseva
Editor-in-chief: N. L. Istomina, Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Scientific editors: K. S. Nepeina, O. N. Azarova
Literary editor: V. G. Siromaha
Computer layout: A. A. Nebolsin
Advertising: L. V. Karjakina | rec-knigi@electronics.ru
Executive secretary:
E. A. Gazina | journal@electronics.ru
Sales and Subscription:
A. Metlov | sales@technosphera.ru,
E. Zaykova | magazine@technosphera.ru

PHOTONICS RUSSIA©

Re-registered with the Federal Service for Supervision of Communications and Mass Communications September 7, 2017, PI No. FS77-71014. The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI). The journal is part of the RSCI database on the Web of Science platform from 17.12.2015. On the website of the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru) full texts of articles are available.

Subscription

According to the catalogue "Newspapers and magazines of the agency Russian Post JSC, indices: ПН754
Ural-Press Okrug LLC
Ruspressa LLC
Agency Book-Service LLC
GLOBALPRESS LLC
SERVISPRESS LLC
As amended by the journal editorial office
☎ +7 495 234-01-10 (ext. 335) ✉ magazine@technosphera.ru

The journal has been published since 2007. Frequency is 8 issues per year. Signed to print on 22.02.2023.
The circulation is 4,500 copies.
Negotiable price.
Printed in Union Print LLC, N. Novgorod,
Oka Sezd Str., 2.
Order number 230 429.

© When reprinting a reference to the journal "PHOTONICS RUSSIA" is required. The editorial opinion is based on the point of view of the manuscript reviewers. Manuscripts are reviewed, but not returned. The editors are not responsible for the content of advertising materials.

Editorial office address

✉ Moscow, Krasnoproletarskaya Str., 16
✉ 125319, Moscow, PO Box 91
☎ +7 495 234-0110 ☎ +7 495 956 3346
www.photonics.ru | journal@electronics.ru
www.technosphera.ru | elibrary.ru | www.e.lanbook.ru

Our representatives in Germany

RFC Russland Experten Consulting GmbH
✉ 88077 Ulm / Germany
☎ + (49) 731 3788 0070
☎ + (49) 151 1568 2018
✉ info@russland-experten.com
🌐 www.russland-experten.com