

# ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2014, № 5

Основан в 1994 г.

Москва

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЩАЯ ФИЗИКА

<i>Войцеховский А. В., Горн Д. И.</i> Лазерная генерация в структурах КРТ с квантовыми ямами .....	5
<i>Роках А. Г., Шишкин М. И., Вениг С. Б., Матасов М. Д., Аткин В. С.</i> Аналогии между экзоэлектронной фотоэмиссией и вторично-ионным фотоэффектом в полупроводниках .....	11
<i>Логунов М. В., Неверов В. А., Мамин Б. Ф.</i> Исследование структурных неоднородностей карбida кремния методом малоуглового рентгеновского рассеяния .....	15

### ФИЗИКА ПЛАЗМЫ И ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ

<i>Пляка П. С., Алихаджиеv С. X., Толмачев Г. Н.</i> Исследование пылевых частиц, образующихся при распылении сложного оксида в кислородном высокочастотном разряде.....	19
--	----

### ЭЛЕКТРОННЫЕ, ИОННЫЕ И ЛАЗЕРНЫЕ ПУЧКИ

<i>Кулиш В. В., Лысенко А. В., Алексеенко Г. А., Коваль В. В., Ромбовский М. Ю.</i> Супергетеродинные плазменно-пучковые ЛСЭ с винтовыми электронными пучками .....	24
<i>Крылов В. И., Хомяков В. В.</i> Тормозное излучение электронов, проходящих через многослойную структуру кулоновых центров и ускоряемых электрическим полем .....	29
<i>Чебан А. Ю., Хрунина Н. П., Леоненко Н. А.</i> Результаты экспериментальных исследований по резанию карбонатных горных пород мощным лазерным излучением .....	34

### ФОТОЭЛЕКТРОНИКА

<i>Холоднов В. А., Бурлаков И. Д., Другова А. А.</i> Аналитический подход к выбору оптимальной структуры лавинных гетерофотодиодов на основе прямозонных полупроводников .....	38
<i>Войцеховский А. В., Коханенко А. П., Лозовой К. А.</i> Оптимизация ростовых условий для улучшения параметров фотоприемников и солнечных элементов с квантовыми точками .....	45
<i>Акимов В. М., Андреев Д. С., Демидов С. С., Иродов Н. А., Климанов Е. А.</i> Вольтамперные характеристики фотодиодов матрицы фоточувствительных элементов планарного типа на основе структуры <i>p</i> -InP/InGaAs/ <i>n</i> -InP .....	50
<i>Балиев Д. Л., Лазарев П. С., Болтарь К. О.</i> Исследование фотоэлектрических параметров фотоприемного модуля формата 320×256 на основе InGaAs .....	54
<i>Роках А. Г., Шишкин М. И., Скапцов А. А., Пузыня В. А.</i> О возможности плазменного резонанса в пленках CdS-PbS в средней инфракрасной области спектра.....	58
<i>Скребнева П. С., Бурлаков И. Д., Яковлева Н. И.</i> Исследование гетероэпитаксиальных структур CdHgTe методом спектроскопической эллипсометрии.....	61
<i>Кашуба А. С., Пермикина Е. В., Головин С. В.</i> Исследование поверхности эпитаксиальных гетероструктур Cd <sub>x</sub> Hg <sub>1-x</sub> Te после полирующего травления .....	67
<i>Гришечкин М. Б., Денисов И. А., Силина А. А., Смирнова Н. А., Шматов Н. И.</i> Исследование условий выращивания монокристаллов Cd <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> Te ( $x \leq 0,04$ ) методом вертикальной направленной кристаллизации по Бриджмену .....	72
<i>Мадатов Р. С., Алекперов А. С., Гасанов О. М., Байрамов Р. Б.</i> Влияние атомов примеси Sm и гамма-излучения на спектры фотопроводимости слоистых монокристаллов GeS .....	76

### ФИЗИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА И ЕЁ ЭЛЕМЕНТЫ

<i>Бедарева Е. А., Горелик Л. И., Колесова А. А., Полесский А. В., Семенченко Н. А., Шкетов А. И.</i> Светосильный двухдиапазонный инфракрасный объектив .....	80
<i>Тиранов Д. Т., Гусева А. А., Филиппов В. Л.</i> Моделирование полей яркости объектов на фоне разорванной облачности атмосферы при наблюдении из нижней полусфера.....	85

### ИНФОРМАЦИЯ

<i>Правила для авторов журнала «Прикладная физика».....</i>	88
<i>Трехтомник по твердотельной фотоэлектронике .....</i>	90
<i>Бланк-заказ для подписки .....</i>	92



**Учредители журнала:**

Федеральное государственное унитарное предприятие  
"Всероссийский научно-исследовательский институт межотраслевой информации —  
федеральный информационно-аналитический центр оборонной промышленности" (ФГУП "ВИМИ")

Государственный научный центр Российской Федерации —  
Открытое акционерное общество  
«Научно-производственное объединение "Орион"» (ОАО «НПО "Орион"»)

Межрегиональная общественная организация  
«Московское физическое общество» (МОО «МФО»)

Журнал зарегистрирован в Роскомпечати. Регистрационный № 018354

Международный стандартный серийный номер ISSN 1996-0948

*Выходит 6 раз в год*

**Главный редактор**

А.М. Филачёв, д.т.н., член-корреспондент РАН, профессор

**Редакционная коллегия**

А.Ф. Александров, д.ф.-м.н., профессор

С.Н. Андреев, к.ф.-м.н.

В.И. Баринов, к.ф.-м.н., доцент (зам. гл. ред.)

А.С. Бугаев, д.ф.-м.н., академик РАН, профессор

Л.М. Василяк, д.ф.-м.н., профессор (зам. гл. ред.)

И.С. Гайдукова, к.т.н., (отв. секретарь)

В.А. Иванов, к.ф.-м.н., доцент

В.И. Конов, д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН

Ю.А. Лебедев, д.ф.-м.н.

М.Л. Лямяшев, к.ф.-м.н.

Ю.К. Пожела, д.ф.-м.н., академик РАН

В.П. Пономаренко, д.ф.-м.н., профессор

А.А. Рухадзе, д.ф.-м.н., профессор

М.А. Тришенков, д.ф.-м.н., профессор

Г.М. Фрайман, д.ф.-м.н.

В.Ю. Хомич, д.ф.-м.н., академик РАН

В.А. Ямщикова, д.т.н.

Адрес редакции журнала "Прикладная физика":

111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 46/2,  
ОАО «НПО «Орион».

Телефон: 8 (499) 374-82-40

E-mail: advance@orion-ir.ru

Internet: applphys.orion-ir.ru

Подписано в печать 20.10.2014.

Формат А4. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 10,7. Уч.-изд. л. 11,5

Тираж 140 экз. Цена договорная.

Отпечатано в типографии Издателя журнала

Адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, 53

Издатель журнала —

ООО «Издательский дом МФО»,  
119991, Москва, Ленинский проспект, 53.

Подписной индекс в Объединенном Каталоге  
«Пресса России» — 40779

© Редакция журнала "Прикладная физика",  
составление, 2014

# PRIKLADNAYA FIZIKA

## (APPLIED PHYSICS)

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

2014, No. 5

Founded in 1994

Moscow

### C O N T E N T S

#### GENERAL PHYSICS

A. V. Voitsekhovskii and D. I. Gorn	Laser generation in the structures with CdHgTe quantum wells.....	5
A. G. Rokakh, M. I. Shishkin, S. B. Venig, M. D. Matasov, and V. S. Atkin	Analogies between exoelectronic photoemission and secondary ionic photoeffect in semiconductors.....	11
M. V. Logunov, V. A. Neverov, and B. F. Mamin	Investigation of structural inhomogeneity of silicon carbide by the low-angle X-ray scattering method .....	15

#### PLASMA PHYSICS AND PLASMA METHODS

P. S. Plyaka, S. H. Alikhadjiev, and G. N. Tolmachev	Investigation of dust particles, forming by complex oxide sputtering in oxygen radiofrequency discharge.....	19
--	--	----

#### ELECTRON, ION, AND LASER BEAMS

V. V. Kulish, A. V. Lysenko, G. A. Oleksiienko, V. V. Koval, and M. Yu. Rombovsky	Plasma-beam superheterodyne FELs with helical electron beams .....	24
V. I. Krylov and V. V. Khomyakov	Bremsstrahlung of electrons passing through the multilayer structure of Coulomb centers and accelerated by a homogeneous electric field .....	29
A. Y. Cheban, N. P. Khrunina, and N. A. Leonenko	Improvement of technology of continuous extraction of rocks with the use of laser radiation .....	34

#### PHOTOELECTRONICS

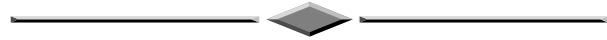
V. A. Kholodnov, I. D. Burlakov, and A. A. Drugova	Analytical approach to the selection of the optimal structure of avalanche heterophotodiodes on the basis of direct bandgap semiconductors.....	38
A. V. Voytsekhovskiy, A. P. Kokhanenko, and K. A. Lozovoy	Optimization of growth conditions for improvement of parameters of photoreceivers and solar cells with quantum dots.....	45
V. M. Akimov, D. S. Andreev, S. S. Demidov, N. A. Irodov, and E. A. Klimanov	The current-voltage characteristics of photodiodes of the planar type FPA based on p-InP/InGaAs/n-InP structure .....	50
D. L. Baliev, P. S. Lazarev, and K. O. Boltar	Research of main photoelectric characteristics of the 320×256 InGaAs FPA's .....	54
A. G. Rokakh, M. I. Shishkin, A. A. Skaptsov, and V. A. Puzynya	On the possibility of the plasma resonance in CdS-PbS films in the middle infrared region .....	58
P. S. Skrebneva, I. D. Burlakov, and N. I. Iakovleva	Investigation of the heteroepitaxial CdHgTe structures by spectroscopic ellipsometry .....	61
A. S. Kashuba, E. V. Perminina, and S. V. Golovin	Investigation of the surfaces of Cd <sub>x</sub> Hg <sub>1-x</sub> Te epitaxial heterostructures after etching .....	67
M. B. Grishechkin, I. A. Denisov, A. A. Silina, N. A. Smirnova, and N. I. Shmatov	Investigation of growing conditions of Cd <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> Te single crystals (x ≤ 0,04) by the vertical directed crystallization (Bridgman) method .....	72
R. S. Madatov, A. C. Alekbarov, O. M. Hasanov, and R. B. Bayramov	Influence of the Sm atom impurity and gamma irradiation on photoconductivity spectrum of layered GeS monocrystals .....	76

#### PHYSICAL APPARATUS AND ITS ELEMENTS

E. A. Bedareva, L. I. Gorelik, A. A. Kolesova, A. V. Polesskiy, N. A. Semenchenko, A. I. Shketov	High-aperture dual-band infrared lens .....	80
D. T. Tiranov, A. A. Guseva, and V. L. Philippov	Modeling objects brightness fields against the background of the broken cloud cover of atmosphere at observing from a lower hemisphere .....	85

#### INFORMATION

<i>Rules for authors</i> .....	88
<i>Three Volumes on Photoelectronics</i> .....	90
<i>Subscription</i> .....	92



***Founders of the Journal:***

All-Russian Research Institute for Inter-Industry Information —  
a Federal Informational and Analytical Center of the Defense Industry, a Federal State Unitary Enterprise  
(VIMI FSUE)

Orion Research-and-Production Association,  
a State Scientific Center of the Russian Federation  
(Orion R&P Association, Inc.)

Moscow Physical Society

The bi-monthly journal

ISSN 1996-0948

***Editor-in-Chief***

A.M. Filachev,  
D.Sc., Corresponding Member of the RAS, Professor

***Editorial Board***

A.F. Aleksandrov, D.Sc., Professor.

S.N. Andreev, Ph.D.

V.I. Barinov, Ph.D., Associate Professor (*Deputy Editor-in-Chief*).

A.S. Bugaev, D.Sc., Academician of the RAS, Professor.

G.M. Fraiman, D.Sc.

I.S. Gayidukova, Ph.D. (*Executive Secretary*).

V.A. Ivanov, Ph.D., Associate Professor

V. A. Yamshchikov, D. Sc.

Yu.A. Lebedev, D.Sc.

M.L. Lyamshev, Ph.D.

V.Yu. Khomich, D.Sc., Academician of the RAS.

V.I. Konov, D.Sc., Corresponding Member of the RAS.

Yu.K. Pojela, D.Sc., Academician of the RAS.

V.P. Ponomarenko, D.Sc., Professor.

A.A. Rukhadze, D.Sc., Professor.

M.A. Trishenkov, D.Sc., Professor.

L.M. Vasilyak, D.Sc., Professor, (*Deputy Editor-in-Chief*)

Address of the Editorial Staff:

Orion R&P Association,

46/2 Enthusiasts highway, Moscow, 111123, Russia

Phone: +7 (499) 374-82-40

E-mail: advance@orion-ir.ru

Internet: applphys.orion-ir.ru