



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

Odessa I. I. Mechnikov National  
University**SENSOR  
ELECTRONICS  
AND MICROSYSTEM  
TECHNOLOGIES****2010 — Vol. 1 (7), № 2***Scientific and Technical Journal*It is based 13.11.2003.  
The Journal issue four times a year

UDC 681.586

Founded by Odessa I. I. Mechnikov  
National University

At support of the Ukrainian Physical Society

Certificate of State Registration KB No 8131

The Journal is a part of list of the issues  
recommended by SAC of Ukraine on physical and  
mathematical, engineering and biological sciencesThe Journal is reviewed by RJ “Dжерело”  
and RJ ICSTI (Russia),  
The Journal is included in to the Scopus databasePublishes on the resolution of Odessa  
I. I. Mechnikov National University  
*Scientific Council. Transaction № 9,  
June, 11, 2010*

Editorial address:

2, Dvoryanskaya Str., ISEPTC (RL-3),  
Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Odessa, 65082, Ukraine  
Ph. /Fax: +38(048)723-34-61,  
Ph.: +38(048)726-63-56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний університет  
імені І. І. Мечникова**СЕНСОРА  
ЕЛЕКТРОНІКА  
І МІКРОСИСТЕМНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ****2010 — Т. 1 (7), № 2***Науково-технічний журнал*Заснований 13.11.2003 року.  
Виходить 4 рази на рік

УДК 681.586

Засновник Одеський національний  
університет імені І. І. Мечникова

За підтримки Українського фізичного товариства

Свідоцтво про державну реєстрацію KB № 8131

Журнал входить до переліку фахових видань  
ВАК України з фізико-математичних,  
технічних та біологічних наукЖурнал реферується РЖ “Джерело”  
і ВІНІТІ (Росія),  
журнал включено до бази даних видань ScopusВидається за рішенням Вченої ради Одеського  
національного університету  
імені І. І. Мечникова  
*Протокол № 9 від 11 червня 2010 р.*

Адреса редакції:

вул. Дворянська, 2, МННФТЦ (НДЛ-3),  
Одеський національний університет  
імені І. І. Мечникова, Одеса, 65082, Україна.  
Тел. /Факс: +38(048)723-34-61,  
Тел.: +38(048)726-63-56

Editorial Board:

Editor-in-Chief **Smyntyna V. A.**

Vice Editor-in-Chief **Lepikh Ya. I.**

**Balaban A. P.** — (Odessa, Ukraine) responsible editor

**Blonskii I. V.** — (Kiev, Ukraine)

**Verbitsky V. G.** — (Kiev, Ukraine)

**Gulyaev Yu. V.** — (Moscow, Russia)

**D'Amiko A.** — (Rome, Italy)

**Jaffrezic-Renault N.** — (Lyon, France)

**Dzyadevych S. V.** — (Kiev, Ukraine)

**Elskaya A. V.** — (Kiev, Ukraine)

**Kalashnikov O. M.** — (Nottingham, United Kingdom)

**Kozhemyako V. P.** — (Vinnitsa, Ukraine)

**Krushkin E. D.** — (Ilyichevsk, Ukraine)

**Kurmashov S. D.** — (Odessa, Ukraine)

**Lantto Vilho** — (Oulu, Finland)

**Litovchenko V. G.** — (Kiev, Ukraine)

**Machulin V. F.** — (Kiev, Ukraine)

**Mokrickiy V. A.** — (Odessa, Ukraine)

**Nazarenko A. F.** — (Odessa, Ukraine)

**Neizvestny I. G.** — (Novosibirsk, Russia)

**Ptashchenko A. A.** — (Odessa, Ukraine)

**Rarenko I. M.** — (Chernovtsy, Ukraine)

**Rozhitskii N. N.** — (Kharkov, Ukraine)

**Ryabotyagov D. D.** — (Odessa, Ukraine)

**Ryabchenko S. M.** — (Kiev, Ukraine)

**Soldatkin A. P.** — (Kiev, Ukraine)

**Starodub N. F.** — (Kiev, Ukraine)

**Stakhira J. M.** — (Lviv, Ukraine)

**Strikha M. V.** — (Kiev, Ukraine)

**Tretyak A. V.** — (Kiev, Ukraine)

Редакційна колегія:

Головний редактор **Сминтина В. А.**

Заступник головного редактора **Лепіх Я. І.**

**Балабан А. П.** — (Одеса, Україна)  
відповідальний секретар

**Блонський І. В.** — (Київ, Україна)

**Вербицький В. Г.** — (Київ, Україна)

**Гуляєв Ю. В.** — (Москва, Росія)

**Д'Аміко А.** — (Рим, Італія)

**Джаффрезік-Рено Н.** — (Ліон, Франція)

**Дзядевич С. В.** — (Київ, Україна)

**Єльська Г. В.** — (Київ, Україна)

**Калашников О. М.** — (Ноттінгем, Велика Британія)

**Кожемяко В. П.** — (Вінниця, Україна)

**Крушкін Є. Д.** — (Іллічівськ, Україна)

**Курмашов Ш. Д.** — (Одеса, Україна)

**Лантто Вілхо** — (Оулу, Фінляндія)

**Литовченко В. Г.** — (Київ, Україна)

**Мачулін В. Ф.** — (Київ, Україна)

**Мокрицький В. А.** — (Одеса, Україна)

**Назаренко А. Ф.** — (Одеса, Україна)

**Неізнестний І. Г.** — (Новосибірськ, Росія)

**Птащенко О. О.** — (Одеса, Україна)

**Раренко І. М.** — (Чернівці, Україна)

**Рожицький М. М.** — (Харків, Україна)

**Ряботягов Д. Д.** — (Одеса, Україна)

**Рябченко С. М.** — (Київ, Україна)

**Солдаткін О. П.** — (Київ, Україна)

**Стародуб М. Ф.** — (Київ, Україна)

**Стахіра Й. М.** — (Львів, Україна)

**Стріха М. В.** — (Київ, Україна)

**Третяк О. В.** — (Київ, Україна)

## ЗМІСТ

## CONTENTS

**Фізичні, хімічні та інші явища, на основі яких можуть бути створені сенсори**  
**Physical, chemical and other phenomena, as the bases of sensors**

*A. V. Glushkov and A. A. Svinarenko*  
 NUCLEAR QUANTUM OPTICS: ENERGY APPROACH TO MULTI-PHOTON RESONANCES IN NUCLEI .....5

*A. В. Глушков, А. А. Сви́наренко*  
 ЯДЕРНА КВАНТОВА ОПТИКА: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПИСУ БАГАТОФОТОННИХ РЕЗОНАНСІВ В ЯДРАХ

*O. Yu. Khetselius, Yu. V. Dubrovskaya, Yu. M. Lopatkin, A. A. Svinarenko*  
 SENSING HYPERFINE-STRUCTURE, ELECTROWEAK INTERACTION AND PARITY NON-CONSERVATION EFFECT IN HEAVY ATOMS AND NUCLEI: NEW NUCLEAR QED APPROACH..... 11

*O. Ю. Хе́целіус, Ю. В. Дубровська, А. А. Сви́наренко*  
 ПРО ДЕТЕКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОНАДТОНКОЇ СТРУКТУРИ, ЕЛЕКТРОСЛАБКОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТА ЕФЕКТУ НЕЗБЕРЕЖЕННЯ ПАРНОСТІ У ВАЖКИХ АТОМАХ ТА ЯДРАХ: ЯДЕРНИЙ КЕД ПІДХІД

*T. N. Zelentsova, V. N. Pavlovich, I. N. Serga, N. V. Mudraya*  
 INTERPLAY OF THE HYPERFINE, ELECTROWEAK AND STRONG INTERACTIONS IN HEAVY HADRON-ATOMIC SYSTEMS AND X-RAY STANDARDS STATUS ..... 20

*T. М. Зеленцова, В. М. Павлович, І. М. Серга, Н. В. Мудра*  
 РОЛЬ НАДТОНКОЇ, ЕЛЕКТРОСЛАБКОЇ І СИЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У АДРОН-АТОМНИХ СИСТЕМАХ ТА СТАТУС РЕНТГЕНІВСЬКИХ СТАНДАРТІВ

**Оптические, оптоэлектронные и радиационные сенсоры**  
**Optical, optoelectronic and radiation sensors**

*A. P. Gorban, V. P. Kostylyov, A. V. Sachenko, O. A. Serba, V. V. Chernenko*  
 THE INFLUENCE OF NANOSTRUCTURED POROUS SILICON LAYERS ON SURFACE RECOMBINATION PROCESSES IN SILICON SOLAR CELLS..... 27

*А. П. Горбань, В. П. Костильов, А. В. Саченко, О. А. Серба, В. В. Черненко*  
 ВПЛИВ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ШАРІВ ПОРИСТОГО КРЕМНІЮ НА ПОВЕРХНЕВІ РЕКОМБІНАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ

*A. I. Ievtushenko, G. V. Lashkarev, V. I. Lazorenko, L. A. Kosyachenko, V. M. Tkach, I. I. Shteplyuk, T. Sh. Osmanov*  
 ULTRAVIOLET PHOTODIODES: EFFECT OF NITROGEN DOPING LEVEL ON PHOTOSENSITIVITY OF ZnO FILMS..... 36

*А. І. Євтушенко, Г. В. Лашкар'єв, В. Й. Лазоренко, Л. А. Косяченко, В. М. Ткач, І. І. Штеплюк, Т. Ш. Османов*  
 УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ФОТОДІОДИ: ВПЛИВ РІВНЯ ЛЕГУВАННЯ АЗОТОМ НА ФОТОЧУТЛИВІСТЬ ПЛІВОК ZnO

**Биосенсоры**  
**Biosensors**

*I. D. Voitovych, I. O. Yavorsky*  
 OPTICAL PHASOMETRY OF INFORMATION SIGNALS IN SPR — SENSORS ..... 42

*І. Д. Войтович, І. О. Яворський*  
 ОПТИЧНА ФАЗОМЕТРІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ У ППР-СЕНСОРАХ

*O. O. Soldatkin, O. M. Schuvailo, R. Cespuoglio, A. P. Soldatkin*  
 DEVELOPMENT OF HIGH- SENSITIVE AND SELECTIVE AMPEROMETRIC TRANSDUCER FOR BIOSENSORS FOR *IN VIVO* ANALYSIS..... 51

*О. О. Солдаткін, О. М. Шувайло, Р. Сеспугліо,  
О. П. Солдаткін*  
РОЗРОБКА ВИСОКОЧУТЛИВОГО ТА  
СЕЛЕКТИВНОГО АМПЕРОМЕТРИЧНОГО  
ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ СТВОРЕННЯ *IN VIVO*  
БІОСЕНСОРІВ

*А. А. Ащеулов, И. В. Гуцул, О. Н. Маник, Т. О. Маник*  
ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОВ  
НА ОСНОВЕ CdSb

*V. I. Irkha, I. M. Vikulin*  
INFLUENCE OF RADIATION ON PARAMETERS  
OF SEMICONDUCTING OPTICAL  
MODULATORS ..... 71

**Матеріали для сенсорів**  
**Sensor materials**

*P. D. Maryanchuk, G. O. Andrushchak*  
COEFFICIENT OF CRYSTALS'  $Hg_{1-x}Mn_xS$   
AND  $Hg_{1-x-y}Mn_xFe_yS$  THERMOELECTRICAL  
QUALITY ..... 61

*П. Д. Мар'янчук, Г. О. Андрущак*  
КОЕФІЦІЄНТ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ  
ДОБРОТНОСТІ КРИСТАЛІВ  $Hg_{1-x}Mn_xS$   
і  $Hg_{1-x-y}Mn_xFe_yS$

*A. A. Ashcheulov, I. V. Gutsul, O. N. Manyk, T. O. Manyk*  
PECULIARITIES OF MATERIAL OPTIMIZATION  
BASED ON CdSb ..... 64

*В. И. Ирха, И. М. Викулин*  
ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ  
МОДУЛЯТОРОВ

ПЕРСОНАЛІІ. ДО 60-РІЧЧЯ ЧЛЕНА-  
КОРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАЇНИ  
БЛОНСЬКОГО ІВАНА ВАСИЛЬОВИЧА ..... 76

ПЕРСОНАЛІІ. ДО 65-РІЧЧЯ ПРОФЕСОРА  
РОЖИЦЬКОГО МИКОЛИ МИКОЛАЙОВИЧА. .... 78

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ..... 79

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS. THE  
REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION ..... 81

---

ФІЗИЧНІ, ХІМІЧНІ ТА ІНШІ ЯВИЩА, НА ОСНОВІ ЯКИХ МОЖУТЬ  
БУТИ СТВОРЕНІ СЕНСОРИ

---

PHYSICAL, CHEMICAL AND OTHER PHENOMENA,  
AS THE BASES OF SENSORS

---

PACS: 34.50RK, 31.70HQ, 95.55SH ; УДК 535.42.,539.184.

NUCLEAR QUANTUM OPTICS: ENERGY APPROACH  
TO MULTI-PHOTON RESONANCES IN NUCLEI

*A. V. Glushkov<sup>1,2</sup> and A. A. Svinarenko<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine

NUCLEAR QUANTUM OPTICS: ENERGY APPROACH TO MULTI-PHOTON RESONANCES  
IN NUCLEI

*A. V. Glushkov, A. A. Svinarenko*

**Abstract.** Modeling nuclear ensembles in a super strong laser field provides opening new field of nuclear quantum optics and nuclear sensorics. In paper a consistent energy approach to multiphoton resonances in nuclei is presented.

**Keywords:** nuclear quantum optics, multiphoton resonances, energy approach

ЯДЕРНА КВАНТОВА ОПТИКА: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПИСУ БАГАТОФОТОННИХ  
РЕЗОНАНСІВ В ЯДРАХ

*A. В. Глушков, А. А. Свинаренко*

**Анотація.** Моделювання динаміки ядер у понадсильному полі лазерного випромінювання відкриває горизонти нового напрямку фізичних досліджень — ядерної квантової оптики і ядерної сенсоріки. У роботі викладено новий послідовний енергетичний підхід до опису багато фотонних резонансів в ядрах.

**Ключові слова:** ядерна квантова оптика, багато фотонні резонанси, енергетичний підхід

ЯДЕРНАЯ КВАНТОВАЯ ОПТИКА: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ  
МНОГОФОТОННЫХ РЕЗОНАНСОВ В ЯДРАХ

*A. В. Глушков, А. А. Свинаренко*

**Аннотация.** Моделирование динамики ядер в сверхсильном поле лазерного излучения открывает горизонты нового направления — ядерной квантовой оптики и ядерной сенсорики. В работе изложен новый последовательный энергетический подход к описанию много фотонных резонансов в ядрах.

**Ключевые слова:** ядерная квантовая оптика, многофотонные резонансы, энергетический подход

PACS: 12.15.  $\pm$  Y, 12.60.  $\pm$  I, 14.80.BN, 14.80.CP УДК 539.19

## SENSING HYPERFINE-STRUCTURE, ELECTROWEAK INTERACTION AND PARITY NON-CONSERVATION EFFECT IN HEAVY ATOMS AND NUCLEI: NEW NUCLEAR QED APPROACH

*O. Yu. Khetselius, Yu. V. Dubrovskaya, Yu. M. Lopatkin, A. A. Svinarenko*

I. I. Mechnikov Odessa National University, Odessa  
Odessa National Polytechnical University, Odessa  
Odessa State Environmental University, Odessa  
Sumy National University, Sumy

SENSING HYPERFINE-STRUCTURE, ELECTROWEAK INTERACTION AND PARITY NON-CONSERVATION EFFECT IN HEAVY ATOMS AND NUCLEI: NEW NUCLEAR QED APPROACH

*O. Yu. Khetselius, Yu. V. Dubrovskaya, Yu. M. Lopatkin, A. A. Svinarenko*

**Abstract.** It is presented the new theoretical approach for sensing hyperfine structure parameters, scalar-pseudoscalar interaction constant and parity non-conservation effect in heavy atomic and nuclear systems, based on the combined QED perturbation theory formalism and relativistic nuclear mean-field theory. Results of estimating these constants in different heavy atoms and nuclei are presented.

**Keywords:** hyperfine structure, electroweak interaction, parity non-conservation, heavy atoms and nuclei, nuclear-QED theory

ПРО ДЕТЕКТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОНАДТОНКОЇ СТРУКТУРИ, ЕЛЕКТРОСЛАБКОЇ  
ВЗАЄМОДІЇ ТА ЕФЕКТУ НЕЗБЕРЕЖЕННЯ ПАРНОСТІ У ВАЖКИХ АТОМАХ ТА ЯДРАХ:  
ЯДЕРНИЙ КЕД ПІДХІД

*O. Ю. Хецеліус, Ю. В. Дубровська, А. А. Свинаренко*

**Анотація.** Розглянутий новий теоретичний підхід до визначення параметрів понад тонкої структури, електрослабкої взаємодії, сталої скаляр — псевдоскалярної взаємодії та ефекту незбереження парності у важких атомних та ядерних системах, який базується на ядерно-КЕД теорії збурень та релятивістській моделі середнього поля. Наведені результати розрахунку шуканих параметрів у різноманітних важких атомах та ядрах.

**Ключові слова:** надтонка структура, електрослабка взаємодія, незбереження парності, важких атоми та ядра, ядерно-КЕД теорія

О ДЕТЕКТРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ СВЕРХТОНКОЙ СТРУКТУРЫ, ЭЛЕКТРОСЛАБОГО  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ЭФФЕКТА НЕСОХРАНЕНИЯ ТОЧНОСТИ В ТЯЖЕЛЫХ АТОМАХ  
И ЯДРАХ: НОВЫЙ ЯДЕРНО-КЭД ПОДХОД

*O. Ю. Хецелиус, Ю. В. Дубровская, А. А. Свинаренко*

**Аннотация.** Представлен новый теоретический подход к определению параметров сверхтонкой структуры, электрослабого взаимодействия, константы скаляр — псевдоскалярного взаимодействия и эффекта несохранения четности в тяжелых атомных и ядерных системах, базирующийся на ядерно-КЭД теории возмущений и релятивистской ядерной модели среднего поля. Приведены результаты расчета искомых параметров в различных атомах и ядрах.

**Ключевые слова:** сверхтонкая структура, электрослабое взаимодействие, несохранение четности, тяжелые атомы и ядра, ядерно-КЭД теория

PACS: 06.20.FN, 42.51. — P, 72.20, JV, 32.30.RJ; УДК 539.17

## INTERPLAY OF THE HYPERFINE, ELECTROWEAK AND STRONG INTERACTIONS IN HEAVY HADRON-ATOMIC SYSTEMS AND X-RAY STANDARDS STATUS

*T. N. Zelentsova, V. N. Pavlovich, I. N. Serga, N. V. Mudraya*

Institute for Nuclear Researches, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev  
Odessa National Polytechnical University, Odessa

### INTERPLAY OF THE HYPERFINE, ELECTROWEAK AND STRONG INTERACTIONS IN HEAVY HADRON-ATOMIC SYSTEMS AND X-RAY STANDARDS STATUS

*T. N. Zelentsova, V. N. Pavlovich, I. N. Serga, N. V. Mudraya*

**Abstract.** It is given an analysis of the electromagnetic, hyperfine, electroweak and strong interactions contributions to the transitions energies in the X-ray spectra of hadronic atomic systems and the X-ray standards status. It is considered an advanced approach to redefinition of the meson-nucleon phenomenological optical model potential parameters and increasing an accuracy of the hadronic X-ray transitions energies definition.

**Keywords:** hyperfine, strong interactions, hadronic atomic systems, X-ray standards

### РОЛЬ НАДТОНКОЇ, ЕЛЕКТРОСЛАБКОЇ І СИЛЬНОЇ ВЗАЄМОДІЙ У АДРОН-АТОМНИХ СИСТЕМАХ ТА СТАТУС РЕНТГЕНІВСЬКИХ СТАНДАРТІВ

*T. M. Зеленцова, В. М. Павлович, І. М. Серга, Н. В. Мудра*

**Анотація.** Проаналізовані внески за рахунок надтонкої, електрослабкої, сильної взаємодій в енергії переходів у рентгенівських спектрах адрон-атомних систем і статус рентгенівських стандартів. Розглянуто ефективний підхід до перевизначення параметрів оптичного модельного мезон-нуклонного потенціалу і збільшенню точності визначення енергій переходів у рентгенівських спектрах адронних атомів.

**Ключові слова:** надтонка, сильна взаємодія, адронні атомні системи, рентгенівські стандарти

### РОЛЬ СВЕРХТОНКОГО, ЭЛЕКТРОСЛАБОГО И СИЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В АДРОН-АТОМНЫХ СИСТЕМАХ И СТАТУС РЕНТГЕНОВСКИХ СТАНДАРТОВ

*T. N. Zelentsova, V. N. Pavlovich, I. N. Serga, N. V. Mudraya*

**Аннотация.** Проанализированы вклады электромагнитного, сверхтонкого, электрослабого и сильного взаимодействий в энергии переходов в рентгеновских спектрах адрон-атомных систем и статус рентгеновских стандартов. Рассмотрен эффективный подход к переопределению параметров оптического модельного мезон-нуклонного потенциала и увеличению точности определения энергий переходов в рентгеновских спектрах адронных атомов.

**Ключевые слова:** сверхтонкое, сильное взаимодействие, адронные атомные системы, рентгеновские стандарты



## ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

## OPTICAL, OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

---

---

УДК 621.315.592

### ВПЛИВ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ШАРІВ ПОРИСТОГО КРЕМНІЮ НА ПОВЕРХНЕВІ РЕКОМБІНАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ

*А. П. Горбань, В. П. Костильов, А. В. Саченко, О. А. Серба, В. В. Черненко*

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України  
41, пр. Науки, Київ 03028, Україна, т/ф. (044) 525-5788, т. (044) 525-5734, 525-5043  
e-mail: vvch@isp.kiev.ua, vkost@isp.kiev.ua, sach@isp.kiev.ua

### ВПЛИВ НАНОСТРУКТУРОВАНИХ ШАРІВ ПОРИСТОГО КРЕМНІЮ НА ПОВЕРХНЕВІ РЕКОМБІНАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ

*А. П. Горбань, В. П. Костильов, А. В. Саченко, О. А. Серба, В. В. Черненко*

**Анотація.** Проведено експериментальну перевірку можливості одночасної реалізації ефективних просвітлення і пасивації фронтальної поверхні кремнієвих сонячних елементів (СЕ) наноструктурованими шарами пористого кремнію, отриманими електрохімічним способом. Показано, що при використанні електроліту на основі етилового спирту і концентрованої фторидної кислоти на поверхні  $n^+$ -області СЕ можна виростити плівку мікропористого кремнію з оптимізованими значеннями показника заломлення, товщину якої можна задавати тривалістю проведення процесу електрохімічного травлення. Встановлено, що при проникненні пор наскрізь через сильнолеговану  $n^+$ -область приповерхневого ізотипного  $n^+$ - $n$ -переходу останній втрачає свої антирекомбінаційні властивості і ефективна швидкість поверхневої рекомбінації збільшується внаслідок того, що домінуючими рекомбінаційними механізмами стають рекомбінація через поверхневі рекомбінаційні центри та рекомбінація в області просторового заряду шару виснаження. Показано, що після травлення приповерхневого  $n^+$ -шару і утворення плівки мікропористого кремнію на матеріалі базової  $n$ -області СЕ ефективна швидкість поверхневої рекомбінації зменшується внаслідок нейтралізації поверхневих рекомбінаційно-активних центрів атомами водню, які виділяються в ході електрохімічної реакції, але цей ефект нестабільний через десорбцію атомів водню з мікропористого шару.

**Ключові слова:** кремнієвий сонячний елемент з тиловою контактною металізацією, мікропористий кремній, електрохімічне травлення, просвітлення, поверхнева рекомбінація

## THE INFLUENCE OF NANOSTRUCTURED POROUS SILICON LAYERS ON SURFACE RECOMBINATION PROCESSES IN SILICON SOLAR CELLS

*A. P. Gorban, V. P. Kostilyov, A. V. Sachenko, O. A. Serba, V. V. Chernenko*

**Abstract.** The experimental verification of simultaneous realization of effective antireflection and passivation coating of the silicon solar cell (SC) front surface by porous silicon nanostructured layers obtained by electrochemical method was carried out. It was shown that using mixed ethanol and concentrated hydrofluoric acid electrolyte on the SC  $n^+$ -surface porous silicon film with optimized values of refractive index and thickness can be grown. This thickness can be set by duration of the electrochemical etching process. In case of the pore penetration through the heavily doped  $n^+$ -layer surface isotypic  $n^+$ - $n$ -junction loses its antirecombination properties and effective surface recombination velocity increases due to the fact that the dominant recombination mechanisms in this case are recombination via surface centers and recombination in the depletion layer space-charge region. It was found that after complete etching of the surface  $n^+$ -layer and after porous silicon film formation on the  $n$ -base SC material effective surface recombination velocity decreases due to the neutralization of surface recombination-active centers by hydrogen atoms which are released during the electrochemical reaction, but this effect is unstable because of hydrogen atom desorption from the porous layer.

**Keywords:** interdigitated back contact silicon solar cell, microporous silicon, electrochemical etching, antireflection coating, surface recombination

## ВЛИЯНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СЛОЕВ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

*А. П. Горбань, В. П. Костылев, А. В. Саченко, А. А. Серба, В. В. Черненко*

**Аннотация.** Проведена экспериментальная проверка возможности одновременной реализации эффективных просветления и пассивации фронтальной поверхности кремниевых солнечных элементов (СЭ) наноструктурированными слоями пористого кремния, полученными электрохимическим способом. Показано, что при использовании электролита на основе этилового спирта и концентрированной плавиковой кислоты на поверхности  $n^+$ -области СЭ можно вырастить пленку микропористого кремния с оптимизированными значениями показателя преломления, толщину которой можно задавать продолжительностью проведения процесса электрохимического травления. Установлено, что при проникновении пор насквозь через сильнолегированную  $n^+$ -область приповерхностного изотипного  $n^+$ - $n$ -перехода последний теряет свои антирекомбинационные свойства и эффективная скорость поверхностной рекомбинации увеличивается вследствие того, что доминирующими рекомбинационными механизмами становятся рекомбинация через поверхностные рекомбинационные центры и рекомбинация в области пространственного заряда слоя истощения. Показано, что после травливания приповерхностного  $n^+$ -слоя и образования пленки микропористого кремния на материале базовой  $n$ -области СЭ эффективная скорость поверхностной рекомбинации уменьшается вследствие нейтрализации поверхностных рекомбинационно-активных центров атомами водорода, которые выделяются в ходе электрохимической реакции, но этот эффект нестабильный из-за десорбции атомов водорода из микропористого слоя.

**Ключевые слова:** кремниевый солнечный элемент с тыловой контактной металлизацией, микропористый кремний, электрохимическое травление, просветление, поверхностная рекомбинация

УДК 520.8.054, PACS: 61.72.U-, 72.40.+W, 81.05.DZ, 85.60.DW

## УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ФОТОДІОДИ: ВПЛИВ РІВНЯ ЛЕГУВАННЯ АЗОТОМ НА ФОТОЧУТЛИВІСТЬ ПЛІВОК ZnO

*А. І. Євтушенко<sup>1</sup>, Г. В. Лашкар'єв<sup>1</sup>, В. Й. Лазоренко<sup>1</sup>, Л. А. Косяченко<sup>2</sup>,  
В. М. Ткач<sup>3</sup>, І. І. Штеплюк<sup>1</sup>, Т. Ш. Османов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Інститут проблем матеріалознавства імені І. М. Францевича НАН України,  
вул. Кржижанівського, 3, 03680, Київ, Україна  
Тел. +38 044 424 15 24, Факс +38044 424 21 31,  
e-mail: a.ievushenko@ipms.kiev.ua

<sup>2</sup>Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
вул. Коцюбинського, 2, 58012, Чернівці, Україна  
Тел. +38 03722 44221, e-mail: lakos@chv.ukrpack.net

<sup>3</sup>Інститут надтвердих матеріалів імені В. М. Бакуля НАН України,  
вул. Автозаводська, 2, 04074, Київ, Україна  
Тел. +38 044 432 99 32, e-mail: tkach@isp.kiev.ua

## УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ФОТОДІОДИ: ВПЛИВ РІВНЯ ЛЕГУВАННЯ АЗОТОМ НА ФОТОЧУТЛИВІСТЬ ПЛІВОК ZnO

*А. І. Євтушенко, Г. В. Лашкар'єв, В. Й. Лазоренко, Л. А. Косяченко,  
В. М. Ткач, І. І. Штеплюк, Т. Ш. Османов*

**Анотація.** Для виготовлення фотодіодних структур застосовували леговані азотом (з різною концентрацією) плівки ZnO, осаджені на Si підкладки n-типу провідності методом високочастотного магнетронного розпилення з використанням процедури пошарового росту. Методами рентгенофазового аналізу та скануючої електронної мікроскопії досліджено вплив легування азотом на структуру одержаних плівок. Створені на їх основі структури Ni/ZnO:N/Si продемонстрували коефіцієнт випрямлення  $\sim 100$  (при зміщенні 1 В). Досліджено та обговорено спектри fotocутливості структур при різних напругах зміщення. Показано, що fotocутливість структур Ni/ZnO:N/Si в ультрафіолетовій області спектру збільшується від 0,6 до 2,4 мА/Вт зі збільшенням рівня легування азотом оксиду цинку (від 0,47 до 0,87 ваг. %).

**Ключові слова:** плівка ZnO, легування азотом, пошаровий ріст, структурна досконалість, фотодіод, fotocутливість

## ULTRAVIOLET PHOTODIODES: EFFECT OF NITROGEN DOPING LEVEL ON PHOTOSENSITIVITY OF ZnO FILMS

*A. I. Ievushenko, G. V. Lashkarev, V. I. Lazorenko, L. A. Kosyachenko,  
V. M. Tkach, I. I. Shteplyuk, T. Sh. Osmanov*

**Abstract.** To fabricate the photodiode structures, nitrogen doped (at different concentrations) ZnO films were applied. These films were deposited on n-Si substrates by radio-frequency magnetron sputtering method using the procedure of layer by layer growth. Effect of nitrogen doping on structure of grown films were investigated by XRD analysis and electron scanning microscopy. The Ni/ZnO:N/Si structures fabricated on their basis showed the rectification ratio  $\sim 10^2$  (at bias 1 V). The photosensitivity spectra of structures at different bias voltage were investigated and discussed. It was shown that photosensitivity Ni/ZnO:N/Si structures in the ultraviolet region of the spectrum

increase from 0.6 to 2.4 mA/W with increasing of nitrogen doping level of zinc oxide (from 0.47 to 0.87 wt. %).

**Keywords:** ZnO film, nitrogen doping, layer by layer growth, structural perfection, photodiode, photosensitivity

### УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ФОТОДИОДЫ: ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЛЕГИРОВАНИЯ АЗОТОМ НА ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛЕНОК ZnO

*А. И. Евтушенко, Г. В. Лашкарев, В. И. Лазоренко, Л. А. Косяченко,  
В. Н. Ткач, И. И. Штеплюк, Т. Ш. Османов*

**Аннотация.** Для изготовления фотодиодных структур применялись легированные азотом (с разной концентрацией) пленки ZnO, осажденные на Si подложки n-типа проводимости методом высокочастотного магнетронного распыления с использованием процедуры послойного роста. Методами рентгенофазного анализа и сканирующей электронной микроскопии исследовано влияние легирования азотом на структуру полученных пленок. Созданные на их основе структуры Ni/ZnO:N/Si продемонстрировали выпрямляющие свойства с коэффициентом выпрямления  $\sim 100$  (при смещении 1 В). Исследовано и обсуждено спектры фоточувствительности структур при различных напряжениях смещения. Показано, что фоточувствительность структур Ni/ZnO:N/Si в ультрафиолетовой области спектра увеличивается с 0,6 до 2,4 мА/Вт с увеличением уровня легирования азотом оксида цинка (с 0,47 до 0,87 вес. %).

**Ключевые слова:** пленка ZnO, легирование азотом, послойный рост, структурное совершенство, фотодиод, фоточувствительность

## БІОСЕНСОРИ

---

## BIOSENSORS

---

UDC 53.082:612.017.1

### OPTICAL PHASOMETRY OF INFORMATION SIGNALS IN SPR-SENSORS

*I. D. Voitovych, I. O. Yavorsky*

V. M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 40,  
Academician Glushkov av., 03680, Kyiv, Ukraine. Telephone: 38-044 5260128,  
Facsimile: 38-044 5263348,  
e-mail: d220@public.icyb.kiev.ua

### OPTICAL PHASOMETRY OF INFORMATION SIGNALS IN SPR-SENSORS

*I. D. Voitovych, I. O. Yavorsky*

**Abstract.** There were considered the specificities of the optical phasometry of information signals in sensors employing the surface plasmon resonance (SPR-sensors). The applied principle is the interference between the polarized light beams reflected from a sensitive receptor under the conditions of resonance. The efficiency of the SPR phasometry is related to the beneficial application of the wedge-shaped light beam and the optimal angle positioning of the polarizer and the analyzer relative to the plane of the light incidence onto the receptor. The method has been proposed to determine the phase shift and resonance that employs the sequences of rectangular calibration impulses to construct information signals and their correlation processing. The angular resolution capacity of the SPR phasometry is restrained with the conditions of the registry of the above signals and is described by the value  $(\Delta\theta)_{\min} \sim 0,001^0 \div 0,0001^0$ , that corresponds to the change in refraction index  $(\Delta n)_{\min} \sim 10^{-7} \div 10^{-8}$ .

**Keywords:** surface plasmon resonance, SPR-sensor, optical phasometry, interference, polarization, correlation method, resolution capacity

### ОПТИЧНА ФАЗОМЕТРІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ У ППР-СЕНСОРАХ

*I. Д. Войтович, І. О. Яворський*

**Анотація.** Розглянуто особливості оптичної фазометрії інформаційних сигналів у сенсорах на основі поверхневого плазмонного резонансу (ППР-сенсорах). Використана інтерференція між поляризованими світловими променями, відбитими від чутливого рецептора в умовах резонансу. Ефективність ППР-фазометрії пов'язується із доцільністю застосування клиноподібного світлового променя та оптимальним кутовим розміщенням поляризатора і аналізатора відносно площини падіння світла на рецептор. Запропонована методика визначення фазового зсуву і резонансу, яка використовує послідовності прямокутних еталонних імпульсів для побудови інформаційних сигналів і їх кореляційну обробку. Кутова роздільна здатність ППР-фазометрії обмежується умовами реєстрації зазначених сигналів і

оцінюється величиною  $(\Delta\theta)_{\min} \sim 0,001^0 \div 0,0001^0$ , що відповідає зміні показника заломлення  $(\Delta n)_{\min} \sim 10^{-7} \div 10^{-8}$ .

**Ключові слова:** поверхневий плазмонний резонанс, ППР-сенсор, оптична фазометрія, інтерференція, поляризація, кореляційний метод, роздільна здатність

## ОПТИЧЕСКАЯ ФАЗОМЕТРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В ППР-СЕНСОРАХ

*И. Д. Войтович, И. А. Яворский*

**Аннотация.** Рассмотрены особенности оптической фазометрии информационных сигналов в сенсорах на основе поверхностного плазмонного резонанса (ППР-сенсорах). Использована интерференция между поляризованными световыми лучами, отраженными от чувствительного рецептора в условиях резонанса. Эффективность ППР-фазометрии увязывается с целесообразностью использования клиноподобного светового луча и оптимальным угловым размещением поляризатора и анализатора относительно плоскости падения света на рецептор. Предложена методика определения фазового сдвига и резонанса, использующая последовательности прямоугольных эталонных импульсов для построения информационных сигналов и их корреляционную обработку. Угловое разрешение ППР-фазометрии ограничивается условиями регистрации указанных сигналов и оценивается величиной  $(\Delta\theta)_{\min} \sim 0,001^0 \div 0,0001^0$ , что соответствует изменению показателя преломления  $(\Delta n)_{\min} \sim 10^{-7} \div 10^{-8}$ .

**Ключевые слова:** поверхностный плазмонный резонанс, ППР-сенсор, оптическая фазометрия, интерференция, поляризация, корреляционный метод, разрешающая способность

УДК 577.151.4+543.555

## РОЗРОБКА ВИСОКОЧУТЛИВОГО ТА СЕЛЕКТИВНОГО АМПЕРОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ СТВОРЕННЯ *IN VIVO* БІОСЕНСОРІВ

О. О. Солдаткін<sup>1</sup>, О. М. Щувайло<sup>1</sup>, Р. Сеспугліо<sup>2</sup>, О. П. Солдаткін<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Лабораторія біомолекулярної електроніки, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, вул. Заболотного, 150, Київ, 03380, Україна,

<sup>2</sup>Відділ експериментальної медицини, EA4170, Університет ім. Клода Бернара, вул. Рокфеллера 8. Ліон, 69373, Франція.

E-mail: alex\_sold@yahoo.com

## РОЗРОБКА ВИСОКОЧУТЛИВОГО ТА СЕЛЕКТИВНОГО АМПЕРОМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ СТВОРЕННЯ *IN VIVO* БІОСЕНСОРІВ

О. О. Солдаткін, О. М. Щувайло, Р. Сеспугліо, О. П. Солдаткін

**Анотація.** Розроблено універсальний амперометричний мікроперетворювач на основі модифікованого вуглецевого волокна для створення мікробіосенсорів на основі оксидоредуктаз (ферментів, які каталізують окислення субстратів з накопиченням перекису водню). З метою збільшення чутливості та селективності мікроелектрода до перекису водню, була проведена металізація його робочої поверхні рутенієм. Як результат, отримано збільшення чутливості електроду до перекису водню на порядки. Потім для подальшого підвищення селективності на рутенізовані мікроелектроди було нанесено різні варіанти полімерних плівок на основі трьох ізомерів діамінобензолу. Найкращі характеристики були виявлені для мікроелектродів модифікованих рутенієм та покритих полімерною мембраною на основі *meta*-діамінобензолу. Саме такі мікроелектроди і були вибрані для подальшої роботи.

Модифікований мікроперетворювач було використано для розробки високо специфічного і чутливого до лактату біосенсора на основі лактат оксидази (як моделі оксидоредуктазного біосенсора). Розроблений лактатний мікробіосенсор було модифіковано додатково напівпроникною мембраною на основі полімерів нафіону та поліуретану, що дозволило розширити лінійний діапазон біосенсорного визначення лактату та змістити його в межі концентрацій лактату, які присутні в мозку щурів.

**Ключові слова:** амперометричний мікроперетворювач, мікробіосенсор, металізація, діамінобензол, лактат оксидаза, *in vivo* аналіз

## DEVELOPMENT OF HIGH- SENSITIVE AND SELECTIVE AMPEROMETRIC TRANSDUCER FOR BIOSENSORS FOR *IN VIVO* ANALYSIS.

О. О. Soldatkin, О. М. Schuvailo, R. Cespuaglio, A. P. Soldatkin

**Abstract.** Universal amperometric microtransducer based on modified carbon fiber was developed for microbiosensors based on oxidoreductases (enzymes which catalyse substrate oxidation with accumulation of hydrogen peroxide). To improve sensitivity and selectivity of the microelectrode to hydrogen peroxide, its working surface was metallized with ruthenium, which resulted in increase of sensitivity by orders. For further increase of selectivity, various polymeric films on the basis of three diaminobenzene isomers were deposited onto ruthenized electrodes. The best characteristics were

obtained for the microelectrodes modified with ruthenium and covered with polymeric membrane based on *meta*-diaminobenzene; therefore they were selected for further work.

The modified microtransducer was used to elaborate a lactate oxidase based microbiosensor, highly specific and sensitive to lactate, as a model of oxidoreductase biosensor. The developed lactate biosensor was modified with additional semi-permeable membrane on the basis of polymers nafion and polyurethane which allowed to extend linear range of measuring lactate concentrations up to the values typical for rat brain.

**Keywords:** amperometric microtransducer, microbiosensor, metallization, diaminobenzene, lactate oxidase, *in vivo* analysis

## РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО И СЕЛЕКТИВНОГО АМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ *IN VIVO* БИОСЕНСОРОВ

*А. А. Солдаткин, О. Н. Щувайло, Р. Сеспулио, А. П. Солдаткин*

**Аннотация.** Разработан универсальный амперометрический микропреобразователь на основе модифицированного углеродного волокна для создания микробиосенсоров на основе оксидоредуктаз (ферментов, которые катализируют окисление субстратов с накоплением перекиси водорода). С целью увеличения чувствительности и селективности микроэлектрода к перекиси водорода, была проведена металлизация его рабочей поверхности рутением. Как результат, получено увеличение чувствительности электрода к перекиси водорода на порядки. Потом для последующего повышения селективности на рутенизированные микроэлектроды были нанесены разные варианты полимерных пленок на основе трех изомеров диаминобензола. Наилучшие характеристики были обнаружены для микроэлектродов модифицированных рутением и покрытых полимерной мембраной на основе *meta*-диаминобензола. Именно такие микроэлектроды и были выбраны для последующей работы.

Модифицированный микропреобразователь был использован для разработки чувствительного к лактату биосенсора на основе лактатоксидазы (как модели оксидоредуктазного биосенсора). Разработанный лактатный микробиосенсор был модифицирован дополнительной полупроницаемой мембраной на основе полимеров нафiona и полиуретана, что позволило расширить линейный диапазон биосенсорного определения лактата и сместить его в диапазон концентраций лактата, которые присутствуют в мозге крыс.

**Ключевые слова:** амперометрический микропреобразователь, микробиосенсор, металлизация, диаминобензол, лактатоксидаза, *in vivo* анализ



## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

## SENSOR MATERIALS

УДК 621.315.592

PACS 72.20.PA

### КОЕФІЦІЄНТ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ ДОБРОТНОСТІ КРИСТАЛІВ



*П. Д. Мар'янчук, Г. О. Андрущак*

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,

вул. М. Коцюбинського 2, 58012, Чернівці, Україна

e-mail: p.maryanchuk@chnu.edu.ua

### КОЕФІЦІЄНТ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ ДОБРОТНОСТІ КРИСТАЛІВ $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$ і $\text{Hg}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Fe}_y\text{S}$

*П. Д. Мар'янчук, Г. О. Андрущак*

**Анотація.** В даній роботі на основі досліджень електропровідності і термо-е.р.с. проведена оцінка величини коефіцієнта термоелектричної добротності ( $Z$ ) кристалів  $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$  і  $\text{Hg}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Fe}_y\text{S}$ . На основі одержаних значень  $Z$  можна робити висновки про можливості використання цих матеріалів у термоелектричних пристроях.

**Ключові слова:** напівпровідник, термоелектрична добротність, електропровідність

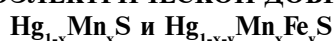
### COEFFICIENT OF CRYSTALS' $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$ and $\text{Hg}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Fe}_y\text{S}$ THERMOELECTRICAL QUALITY

*P. D. Maryanchuk, G. O. Andrushchak*

**Abstract.** In this work we have valued the coefficient of crystals'  $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$  and  $\text{Hg}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Fe}_y\text{S}$  thermoelectrical quality on the basis of electric conductivity and termo e.m.p. research. On the basis of the received values  $Z$  we can draw the conclusion as for the possibility of usage of these materials in thermoelectrical devices.

**Keywords:** semiconductor, thermoelectrically quality, conduction

### КОЭФФИЦИЕНТ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ КРИСТАЛЛОВ



*П. Д. Мар'янчук, Г. О. Андрущак*

**Аннотация.** В данной работе на основе исследований электропроводности и термо-э.р.с. проведена оценка величины коэффициента термоэлектрической добротности ( $Z$ ) кристаллов  $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{S}$  и  $\text{Hg}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Fe}_y\text{S}$ . На основе полученных значений  $Z$  можно сделать заключения о возможности использования указанных материалов в термоэлектрических устройствах.

**Ключевые слова:** полупроводник, термоэлектрическая добротность, электропроводимость

УДК 546.196,546.681

## ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ CdSb

*А. А. Ащеулов, И. В. Гуцул, О. Н. Маник, Т. О. Маник*

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федыковича, Черновцы, Украина  
manykto@rambler.ru

### ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ CdSb

*А. А. Ащеулов, И. В. Гуцул, О. Н. Маник, Т. О. Маник*

**Аннотация.** Предложены математические модели химической связи, её силовых и энергетических характеристик, позволяющие оптимизировать технологические режимы материалов на основе *CdSb*.

**Ключевые слова:** математические модели, химическая связь, эвтектика, перитектика, невариантные реакции, силовые постоянные, характеристические частоты

### ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ CdSb

*А. А. Ащеулов, І. В. Гуцул, О. М. Маник, Т. О. Маник*

**Анотація.** Запропоновані математичні моделі хімічного зв'язку, його силових та енергетичних характеристик, що дозволяє оптимізувати технологічні режими матеріалів на основі *CdSb*.

**Ключові слова:** математичні моделі, хімічний зв'язок, евтектика, перитектика, неваріантні реакції, силові постійні, характеристичні частоти

### PECULIARITIES OF MATERIAL OPTIMIZATION BASED ON CdSb

*A. A. Ashcheulov, I. V. Gutsul, O. N. Manyk, T. O. Manyk*

**Abstract.** The mathematical models of chemical bond are proposed with its force bearing and energy characteristics which allow to optimize the technological modes of materials based on CdSb.

**Keywords:** mathematical models, chemical bond, eutectic, peritectic, nonvariant reactions, force coefficients, characteristic frequencies

УДК 535.218;535.241.13;625.315.592

## ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ

*В. И. Ирха, И. М. Викулин*

Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова  
Кузнечная, 1, Одесса 65029, Украина, тел: (048) 723-61-18,  
E-mail: phys@onat.edu.ua

### ДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ

*В. И. Ирха, И. М. Викулин*

**Аннотация.** В работе рассматриваются возможности создания полупроводниковых оптических модуляторов на основе германия для ИК области спектра. Исследуется зависимость эффективности модуляции от концентрации инжектированных в  $n$ -базу носителей заряда. Определено влияние  $\gamma$ -облучения на характеристики модуляторов.

**Ключевые слова:**  $p$ - $n$ -переход, инжекция, оптический модулятор, эффективность модуляции, время жизни носителей заряда,  $\gamma$  - кванты

### ДІЯ РАДІАЦІЇ НА ПАРАМЕТРИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ОПТИЧНИХ МОДУЛЯТОРІВ

*В. І. Ірха, І. М. Вікулін*

**Анотація.** В роботі розглядаються можливості створення напівпровідникових оптичних модуляторів на основі германію для ІЧ області спектру. Досліджується залежність ефективності модуляції від концентрації інжекттованих в  $n$ -базу носіїв заряду. Виявлено вплив  $\gamma$ -опромінення на характеристики модуляторів.

**Ключові слова:**  $p$ - $n$ - перехід, інжекція, оптичний модулятор, ефективність модуляції, час життя носіїв заряду,  $\gamma$ -кванти

### INFLUENCE OF RADIATION ON PARAMETERS OF SEMICONDUCTING OPTICAL MODULATORS

*V. I. Irkha, I. M. Vikulin*

**Abstract.** Possibilities of manufacturing of semiconducting optical modulators based on germanium for the IR-range of spectrum are discussed. Dependence of efficiency of modulation from concentration charge carriers that injected in  $n$ -base is researched. Influence of  $\gamma$ -irradiation on characteristics of modulators is defined.

**Keywords:**  $p$ - $n$ -junction, injection, optical modulator, efficiency of modulation, lifetime of the change carries,  $\gamma$ -quanta

## ДО 60-РІЧЧЯ ЧЛЕНА-КОРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАЇНИ БЛОНСЬКОГО ІВАНА ВАСИЛЬОВИЧА



Доктору фізико-математичних наук, професору, члену-кореспонденту НАН України, завідувачу відділу фотонних процесів Інституту фізики НАН України, керівнику ЦККП "Лазерний фемтосекундний комплекс" НАН України при Інституті фізики НАН України БЛОНСЬКОМУ Івану Васильовичу 23 червня 2010 р. виповнюється 60 років.

Народився Іван Васильович на Івано-Франківщині. Після закінчення в 1967 році із Золотою медаллю Серафинецької середньої школи поступив на фізичний факультет Чернівецького державного університету, який закінчив у 1972 році. У цьому ж році поступив в аспірантуру Інституту фізики, після закінчення якої неперервно працює в ІФ НАН України на посадах: молодшого наукового співробітника (до 1982 р.), старшого наукового співробітника (до 1992 р.), провідного наукового співробітника (до 1993 р.), завідувача лабораторії фотоакустики і оптики (до 1994 р.), заступника директора з наукової роботи (1994 — 2004 рр.), головного наукового співробітника (до 2005 р.), завідувача відділу фотонних процесів, керівника Центру колективного користування приладами НАН України при Інституті фізики НАН України "Лазерний фемтосекундний комплекс" (із 2005 р. по теперішній час).

В 1978 р. захистив кандидатську, а в 1990р. докторську дисертації. Предмет дисертаційних

робіт — фізика екситонних явищ в квазідвовірних напівпровідниках. У 1993 році присуджено звання професора, а згодом — почесного Соросівського професора. В 1997 році обраний член-кореспондентом НАН України по спеціальності "Експериментальна фізика твердого тіла".

Основні наукові здобутки Івана Васильовича відносяться до фізики твердого тіла; оптики наноструктур; взаємодії лазерного випромінювання з речовиною, прецизійних лазерних технологій.

Зокрема, встановлені основні механізми екситонного поглинання та випромінювання світла в класі напівпровідників з шаруватою структурою. Доведено, що відображення особливостей структурної будови таких матеріалів, які займають проміжний тип між іонно-ковалентними і органічними напівпровідниками, двовірними і трьохвірними структурами проявляється не в характері електрон-діркової взаємодії в екситоні (моделі екситона), а в його динамічних властивостях. У кристалах з проміжною силою екситон-фононного зв'язку виявлено особливий тип екситонних збуджень — рухливі слабозв'язані стани екситонів з деформацією ґратки. Визначені основні механізми енергетичної релаксації анізотропних поляритонів та розвинуто модель колективних збуджень типу "зв'язана мода" в гранично анізотропних середовищах. Отримані результати по цій частині роботи узагальнені в двох монографіях.

Під керівництвом Блонського І. В. розвинуто модель імпульсного фотоакустичного відклику багатошарових структур, яку використано при створенні термохвильового інтроскопу та оптоакустичного спектрометра оригінальних конструкцій. З використанням розвинутого методу вперше в режимі "in — situ" досліджено оптичні, теплові та пружні характеристики шарів пористого кремнію (пор. — Si), які знаходяться в механічному контакті з монолітним кремнієм в режимі товщинного профілювання. Вперше спостережено ефект та пояснено природу фотогенерації звуку гігантської інтенсивності при імпульсному фотозбудженні наночасток CdS, інкорпорованих у власних порожнинах цеолітних матриць. Ці та ряд інших результатів дозволили розвинути новий напрямок — фотоакустика гетеро структур (Державна премія України 1994 рік).

Поєднуючи методи фото-, термо- і тунельної люмінесценції, вивчено комбінований

вплив квантоворозмірного фактору і фактору структурного розупорядкування на генераційні, транспортні та рекомбінаційні процеси в наноструктурах неорганічного та органічного походжень. В наночастках кремнію виявлено та досліджено розмірну залежність ефективності електронного оже-розсіяння та нові механізми локалізації електронних збуджень, властиві квантовим точкам і дротинам. Для квантових точок запропоновано і експериментально підтверджено існування ефекту "двохтактового зарядового поршню", рушійною силою якого є електронний оже-процес (здвоєний електронний перехід), який є причиною "самовиштовхування" носіїв заряду із фотозбуджених кремнієвих наночасток з послідуною їх локалізацією на периферійних оксидних оболонках. В квантових дротинах виявлено новий тип локалізації носіїв заряду пастками "топологічного" походження, генетично пов'язаними з флуктаціями діаметра дротин по їх довжині, що із врахуванням квантоворозмірного ефекту породжує складний рельєф внутрішньокристалічного потенціалу. Вперше виявлено немонотонність температурної залежності беккерелівського коефіцієнту затухання в тунельній люмінесценції квантових дротин напівпровідників неорганічного та органічного походження, природу якої пояснено з позицій реалізації "дифузійного кластеру" в ансамблі пасткових станів, в межах якого здійснюється тунельний транспорт по механізму пере захоплення.

Під керівництвом І. В. Блонського і за його безпосередньої участі введено в дію унікальний для України широкодіапазонний лазерний фемтосекундний комплекс, який відповідає кращим світовим стандартам. З його використанням, на прикладі наночасток благородних металів досліджено вплив фактору просторового обмеження на динамічні електронні процеси. Зокрема, в наночастках Си, інкорпорованих в  $\text{SiO}_2$  матрицю при опроміненні зразків фемтосекундними імпульсами вперше виявлено знакомінний характер залежності резонансної частоти поверхневих плазмонів від часу, який супроводжується немонотонною зміною напівширини плазмової смуги по мірі остигання електронного газу. Запропонована модель, яка пояснює отримані результати з позицій особливостей еволюції діелектричного відгуку такого композитного середовища внаслідок реалізації ефекту Керра в умовах гігантського підсилення локального поля. Проведені дослідження закономірностей поширення фемтосекундних

лазерних імпульсів у прозорих середовищах від моменту розвитку оптичної керівської нелінійності через стадію самофокусування, утворення плазми, філаментатії променя (розбиття суцільного променя на дискретні треки) до руйнування матеріалу з появою і поширенням супроводжуючих руйнування ударних хвиль.

Розвинуті основи фізики лазерного пробою прозорих середовищ, які використано для задач прецизійної мікрообробки прозорих матеріалів (гранти УНТЦ, та контракти з Інститутом фізики, точної механіки і оптики Академії наук Китаю та фірмою LG-Electronics).

Відмічені, та ряд інших наукових результатів Івана Васильовича, опубліковані в двох монографіях, 6 оглядах та більше 150 наукових працях.

Блонський І. В.: член експертної ради ВАК України (2005-2010 рр — заступник голови); член ради Державного фонду фундаментальних досліджень МОН України; національний експерт країн СНД по лазерах і лазерних технологіях, входить до складу наукових рад НАН України з проблем: "Лазерна фізика, лазерні технології"; "Фізика напівпровідників", "Фізика твердого тіла"; в робочу групу програми НАН України "Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології", редколегію журналів "Український фізичний журнал", "Semiconductor Physics. Quantum Electronics. Optoelectronics" і нашого журналу.

Блонський І. В. — професор кафедри загальної фізики фізичного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Під його керівництвом захищено одну докторську і 9 кандидатських дисертацій.

Блонський І. В. — двічі лауреат (1993, 2004 рр) Державної премії України в галузі науки і техніки (в складі авторських колективів), керівник та учасник робіт по ряду міжнародних грантів.

З приємністю відзначимо і нашу багатолітню співпрацю з Іваном Васильовичем Блонським, людиною творчою, активною і оптимістичною, у наукових дослідженнях і в редколегії нашого журналу.

Іван Васильович продовж багатьох років бере участь у роботі програмних комітетів Міжнародних наукових форумів, що проводяться на базі нашого університету.

Тож вітаємо Вас, Іване Васильовичу, зі славним Ювілеєм і щиро зичимо Вам доброго здоров'я, щастя, творчої наснаги і нових здобутків на науковій ниві!

*Редколегія*

## ДО 65-РІЧЧЯ ПРОФЕСОРА РОЖИЦЬКОГО М. М.



**Микола Миколайович РОЖИЦЬКИЙ** — доктор фізико-математичних наук, професор, академік Академії наук прикладної радіоелектроніки, науковий керівник лабораторії Аналітичної оптикоелектроніки, професор кафедри Біомедичних електронних пристроїв та систем (БМЕ) Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) народився 5 травня 1945 р.

М. М. Рожицький закінчив фізичний факультет Харківського державного університету ім. М. Горького (спеціальність — Фізика низьких температур та експериментальна фізика) у 1967 р. Микола Миколайович Рожицький працює в ХНУРЕ з 1971 р. на факультеті електроніки. Він займав посади: старший інженер, старший науковий співробітник, завідувач дослідницької лабораторії, доцент, а зараз займає посаду професора кафедри БМЕ. У 1980 р. М. М. Рожицький захистив дисертацію кандидата фізико-математичних наук в Московському державному

університеті ім. М. Ломоносова, а у 1998 — дисертацію доктора фізико-математичних наук в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова за спеціальностями 01.04.05 — оптика, лазерна фізика та 01.04.17 — хімічна фізика, фізика горіння та вибуху. Звання професора М. М. Рожицький має з 2001 р.

Галузь його наукових інтересів — дослідження явища електрохімічної люмінесценції та розробка аналітичних методів та пристроїв з використанням оптичного та електрохімічного явищ, перш за все для цілей біомедицини. Він є автором та співавтором більше ніж 300 опублікованих робіт, включаючи 5 навчальних посібників, 2 монографії, близько 40 авторських свідоцтв та патентів на винаходи. М. М. Рожицький брав активну участь у роботі більше ніж 150 міжнародних наукових форумів. М. М. Рожицький отримував гранти на наукові дослідження, включаючи індивідуальні, від Міжнародного наукового фонду та уряду України у 1993-1997 рр., довготермінові проекти з фінансування від від Українського Науково-Технологічного Центру у 2004 — 2010 р.р. Він є членом секцій з аналітичної хімії Національної академії наук України, електрохімії органічних сполук та хемілюмінесценції наукових рад з електрохімії та люмінесценції Російської академії наук. Професор Рожицький М. М. веде велику педагогічну роботу, читаючи низку спецкурсів студентам ХНУРЕ і в якості наукового керівника аспірантів. Під науковим керівництвом проф. М. М. Рожицького захищено 10 кандидатських дисертацій. Він є членом 2 спеціалізованих вчених рад із захисту кандидатських дисертацій.

Нам приємно також відзначити плідну роботу М. М. Рожицького у складі редколегії нашого журналу.

В день Вашого 65-річчя вітаємо Вас, Миколо Миколайовичу, і зичимо Вам доброго здоров'я, щастя, благополуччя, творчої наснаги і успіхів!

*Редколегія*

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛ ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ

Журнал “Сенсорна електроніка і мікросистемні технології” публікує статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, а також коментарі, що містять результати фундаментальних і прикладних досліджень, за наступними напрямками:

1. Фізичні, хімічні та інші явища, на основі яких можуть бути створені сенсори
2. Проектування і математичне моделювання сенсорів
3. Сенсори фізичних величин
4. Оптичні, оптоелектронні і радіаційні сенсори
5. Акустoeлектронні сенсори
6. Хімічні сенсори
7. Біосенсори
8. Наносенсори (фізика, матеріали, технологія)
9. Матеріали для сенсорів
10. Технологія виробництва сенсорів
11. Сенсори та інформаційні системи
12. Мікросистемні та нано- технології (MST, LIGA-технологія, актюатори та ін.)
13. Деградація, метрологія і сертифікація сенсорів

Журнал публікує також замовлені огляди з актуальних питань, що відповідають його тематиці, поточну інформацію — хроніку, персоналії, платні рекламні повідомлення, оголошення щодо конференцій.

Основний текст статті повинен відповідати вимогам Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1 (Бюлетень ВАК України № 1, 2003 р.) і бути структурованим.

Матеріали, що надсилаються до Редакції, повинні бути написані з максимальною ясністю і чіткістю викладу тексту. У поданому рукописі повинна бути обґрунтована акту-

альність розв’язуваної задачі, сформульована мета дослідження, міститися оригінальна частина і висновки, що забезпечують розуміння суті отриманих результатів і їх новизну. Автори повинні уникати необґрунтованого введення нових термінів і вузькопрофільних жаргонних висловів.

Редакція журналу просить авторів при направленні статей до друку керуватися наступними правилами:

1. Рукописи повинні надсилатися у двох примірниках українською, або російською, або англійською мовою і супроводжуватися файлами тексту і малюнків на дискеті. Рукописи, які пропонуються авторами з України або країн СНД до видання англійською мовою обов’язково доповнюються україномовною або російськомовною версією. Електронна копія може бути надіслана електронною поштою.

2. Прийнятні формати тексту: MultiEdit (txt), WordPerfect, MS Word (rtf, doc).

3. Прийнятні графічні формати для рисунків: EPS, TIFF, BMP, PCX, WMF, MS Word і MS Graf, JPEG. Рисунки створені за допомогою програмного забезпечення для математичних і статистичних обчислень, повинні бути перетворені до одного з цих форматів.

### Рукописи надсилати за адресою:

Лепіх Ярослав Ілліч, Зам. гол. Редактора,  
Одеський національний університет імені  
І. І. Мечникова, МННФТЦ (НДЛІ-3),  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна.  
Телефон / факс +38(048) 723-34-61,  
тел. +38(048) 726-63-56.  
E-mail: semst-journal@onu.edu.ua,  
semst-journal@ukr.net  
<http://www.semst.onu.edu.ua>

### Правила підготовки рукопису:

Рукописи повинні супроводжуватися офіційним листом, підписаним керівником установи, де була виконана робота. Це правило не стосується робіт представлених міжнародними групами авторів.

Авторське право переходить Видавцю.

#### Титульний аркуш:

1. PACS і Універсальний Десятковий Код

Класифікації (УДК) (для авторів із країн СНД) — у верхньому лівому куті. Допускається декілька відділених комами кодів. Якщо ніякі коди класифікації не позначені, код(и) буде(уть) визначено Редакційною Колегією.

2. Назва роботи (по центру, прописними літерами, шрифт 14pt, жирно, укр., рос., англ. мовами).

3. **Прізвище (-а) автора(-ів)** (по центру, шрифт 12pt, укр., рос., англ. мовами).

4. **Назва установи**, повна адреса, телефони і факси, e-mail для кожного автора, нижче, через один інтервал, окремим рядком (по центру, шрифт 12pt).

**Анотація:** до 200 слів українською, англійською і російською мовами. Перед текстом анотації потрібно вказати на тій же мові: назву роботи, прізвища і ініціали всіх авторів.

Для авторів з закордону, які не знають української або російської мов, достатньо анотації і прізвища англійською.

**Ключові слова:** їхня кількість не повинна перевищувати вісьми слів. В особливих випадках можна використовувати терміни з двома — чи трьома словами. Ці слова повинні бути розміщені під анотацією і написані тією самою мовою.

**Текст** повинен бути надрукований через 1,5 інтервали, на білому папері формату А4. Поля: зліва — 3см, справа — 1,5см, вверху і знизу — 2,5см. Шрифт 12pt. Підзаголовки, якщо вони є, повинні бути надруковані прописними літерами, жирно.

**Рівняння** повинні бути введені, використовуючи MS Equation Editor або MathType. Роботи з рукописними вставками не приймаються.

**Таблиці** повинні бути представлені на окремих аркушах у форматі відповідних текстових форматів (див. вище), чи у форматі тексту (з колонками, відділеними інтервалами, комами, крапкам з комою, чи знаками табулювання).

**Список літератури** повинен бути надрукований через 1,5 інтервали, з літературою, пронумерованою в порядку її появи в тексті.

Порядок оформлення літератури повинен відповідати вимогам ВАК України, наприклад

1. Берестовский В.Б., Лифшиц Е.М., Пятаевский Л.П., Квантовая электродинамика. — М.: Наука, 1984. — 430 с.

2. Сергиенко А.М., Чернова Р.И., Сергиенко А.Я., Оптимизация цифровой сети //ФТТ. — 1992. — Т.7, №6. — С. 34-38.

3. Bramley R., Faber J.M., Nelson C.N. et

al., Gas sensor research // Phys. Rev. — 1978. — №6. — P. 34-38.

4. Stirling A.N. and Watson D. Progress in Low Temperature Physics. — North Holland, Amsterdam.: ed. by D.F. Brewer, 1986. — 248 p.

5. Громов К.Д., Ландсберг М.Э., Оптимальное назначение приоритетов //Труды междунар. конф. “Локальные вычислительные сети”(ЛОКСЕТЬ 88). — Том 1. — Рига:ИЭВТ АН Латвии. — 1988. — С.149-153.

6. Elliot M.P., Rumford V. and Smith A.A. The research of the optical sensors. — NY. 1976. — 37 p. (reprint./ ТН 4302-CERN).

7. Шалимова А.Н., Гаків А.С. Дослідження оптичних сенсорів. — К: 1976. — 37 с. (Препр./АН України. Ін-т кібернетики; 76-76).

8. Васильев Н.В. Оптичні сенсори на плівках  $A_2V_6$ ; Дис. канд.фіз. — мат. наук, 05.05.04. — К.,1993. — 212 с.

**Підписи до рисунків і таблиць** повинні бути надруковані в рукописі з двома пробілами після списку літератури.

Виносок, якщо можливо, бажано уникати.

**Рисунки** будуть скановані для цифрового відтворення. Тому приймаються тільки високоякісні рисунки.

Написи і символи повинні бути надруковані усередині рисунку. Негативи, слайди, і діапозитиви не приймаються.

Кожен рисунок повинен бути надрукований на окремому аркуші і мати розмір, що не перевищує 160x200 мм. Для тексту на рисунках використовуйте шрифт 10pt. Одиниці виміру повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Усі рисунки повинні бути пронумеровані в порядку їх появи в тексті, з частинами позначеними як (а), (б), і т.д. Розміщення номерів рисунків і напису усередині малюнків не дозволяються. Зі зворотньої сторони, напишіть олівцем назву, прізвище(а) автора(-ів), номер малюнка і позначте верх стрілкою.

Фотографії повинні бути оригінальними.

Кольоровий друк можливий, якщо його вартість сплачується авторами чи їх спонсорами.



## INFORMATION FOR CONTRIBUTORS THE REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION

“Sensor Electronics and Microsystems Technologies” publishes articles, brief messages, letters to Editors, comments containing results of fundamental and applied researches, on the following directions:

1. Physical, chemical and other phenomena, as the bases of sensors
2. Sensors design and mathematical modeling
3. Physical sensors
4. Optical and optoelectronic and radiation sensors
5. Acoustoelectronic sensors
6. Chemical sensors
7. Biosensors
8. Nanosensors (physics, materials, technology)
9. Sensor materials
10. Sensors production technologies
11. Sensors and information systems
12. Microsystems and nano-technologies (MST, LIGA-technologies, actuators)
13. Sensor's degradation, metrology and certification

The journal publishes the custom-made reviews on actual questions appropriate to the mentioned subjects, current information — chronicle, special papers devoted to known scientists, paid advertising messages, conferences announcements.

The basic article text should meet the SAC Ukraine Presidium Decree requirements from 15.01.2003 № 7-05/1 (SAC Bulletin № 1, 2003) and be structured.

The materials sent to Editors, should be written with the maximal clearness. In the submitted man-

uscript the actuality of problem should be reflected, the purpose of the work should be formulated. It must contain an original part and conclusions providing understanding of essence of received results and their novelty. The authors should avoid unreasonable introduction of the new terms.

**The Editors asks the authors to follow the next rules:**

1. Manuscripts should be submitted in duplicate in Ukrainian, English, or Russian, a hard copy and supplemented with a text file and figures on a diskette. Manuscripts which are offered by authors from Ukraine or CIS countries to the edition in English are necessarily supplemented by Ukrainian or Russian version. An electronic copy may be submitted by e-mail.

2. Acceptable text formats: MultiEdit (txt), WordPerfect, MS Word (rtf, doc).

3. Acceptable graphic formats for figures: EPS, TIFF, BMP, PCX, CDR, WMF, MS Word and MS Graf, JPEG. Figures created using software for mathematical and statistical calculations should be converted to one of these formats.

**Manuscripts should be sent to:**

**Lepikh Yaroslav Illich, The Vice Editor, Odessa National I.I. Mechnikov University, ISEPTC (RL-3), str. Dvoryanskaya, 2, Odessa, 65082, Ukraine.**

**Phone/fax +38(048) 723-34-61,  
phone +38(048) 726-63-56.**

**E-mail: semst-journal@onu.edu.ua,  
semst-journal@ukr.net**

**<http://www.semst.onu.edu.ua>**

The manuscript preparation rules:

The manuscripts should be supplemented with the Official letter signed by a chief manager of the institution where the work was performed. This requirement does not apply to papers submitted by international groups of authors.

Copyright transfer to the Publisher.

**Title Page:**

1. **PACS and Universal Decimal Classification code** (for authors from FSU). Several comma-separated codes are allowed. If no classification codes are indicated, the code(s) will be assigned by the Editorial Board.

2. **Title of the paper** (central, capital, bold, 14pt)

3. **Name (-s) of the author(s)** below, in one space (central, normal face, 12pt).

4. **Name of affiliated institution**, full address, telephone and fax numbers, e-mail addresses (if available) for each author below, in one space (central, normal face, 12pt).

**Abstract:** up to 200 words, must be presented in English, Ukrainian and Russian. Before the abstract text one should indicate in the same language: the paper title, surnames and initials of all authors.

**Keywords:** its amount must not exceed eight words. In the specific cases it is acceptable to use two- or three-word terms. These words must be

placed under the abstract and written in the same language.

**Text** should be printed 1,5-spaced on white paper A4 format with a 12pt, margins: left — 3sm, right — 1,5, upper and lower — 2,5sm. Titles of the sections if it is present should be typed bold, capitals.

**Equations** should be entered using MS Equation Editor or MathType. Papers with handwritten equations are not accepted. Notations should be defined when the first appearing in the text.

**Tables** should be submitted on separate pages in the format of appropriate text formats (see above), or in the text format (with columns separated by interval, commas, or tabulation characters).

**List of references** should be 1,5-spaced, with references numbered in order of their appearance in the text.

**The format for references is as follows:**

1. Берестовский В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П., Квантовая электродинамика. — М.: Наука, 1984. — 430 с.

2. Сергиенко А.М., Чернова Р.И., Сергиенко А.Я., Оптимизация цифровой сети //ФТТ. — 1992. — Т.7, №6. — С. 34-38.

3. Bramley R., Faber J.M., Nelson C.N. et al., Gas sensor research // Phys. Rev. — 1978. — №6. — P. 34-38.

4. Stirling A.N. and Watson D. Progress in Low Temperature Physics. — North Holland, Amsterdam.: ed.by D.F. Brewer, 1986. — 248 p.

5. Громов К.Д., Ландсберг М.Э., Оптимальное назначение приоритетов //Труды междунар. конф. “Локальные вычислительные сети”(ЛОКСЕТЬ 88). — Том 1. — Рига:ИЭВТ АН Латвии. — 1988. — С.149-153.

6. Elliot M.P., Rumford V. and Smith A.A. The research of the optical sensors. — NY.: 1976. — 37 p. (reprint./ ТН 4302-CERN).

7. Шалимова А.Н., Крюков А.С. Исследование оптических сенсоров. — К: 1976. — 37 с. (Препр. /АН Украины. Ин-т кибернетики; 76-76).

8. Васильев Н.В. Оптичні сенсори на  $A_2B_6$ : Дис. канд.фіз. — мат. наук, 05.05.04. — К.,1993. — 212 с.

**Figures and tables captions** should be printed in the manuscript double-spaced after the list of references.

Footnotes should be avoided if possible.

Pictures will be scanned for digital reproduction. Only high-quality pictures can be accepted. Inscriptions and symbols should be printed inside. Negatives, and slides are not accepted.

Each figure should be printed on a separate page of the manuscript and have a size not exceeding 160x200 mm. For text inside figures, use 10pt. Measurement units should be indicated after a comma (not in blankets). All figures are to be numbered in order of its appearance in the text, with sections denoted as (a), (b), etc. Placing the figure numbers and captions inside figures is not allowed. On the backside, write with a pencil the paper title, author(s) name(s) and figure number, and mark the topside with an arrow.

Photographs should be submitted as original prints.

Color printing is possible if its cost is covered by the authors or their sponsors.

For information about the rules and costs, contact with the Editorial Staff.