



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
Odessa I. I. Mechnikov National University

**SENSOR  
ELECTRONICS  
AND MICROSYSTEM  
TECHNOLOGIES  
2014 — VOL. 11, № 4**

*Scientific and Technical Journal*

It is based 13.11.2003 року.  
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 № 8131

The Journal is a part of list of the issues  
recommended by SAK of Ukraine on physical and  
mathematical, engineering and biological sciences

The Journal is reviewed by RJ «Dжерело»  
and RJ ICSTI (Russia), is included in the  
international base Index Copernicus

Publishes on the resolution of Odessa  
I. I. Mechnikov National University  
Scientific Council. *Transaction № 3,  
25, November, 2014*

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

**СЕНСОРА  
ЕЛЕКТРОНІКА  
І МІКРОСИСТЕМНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ  
2014 — Т. 11, № 4**

*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 наук

Журнал реферується РЖ «Джерело»  
і ВІНІТІ (Росія), включено в міжнародну базу  
Index Copernicus

Видається за рішенням Вченої ради  
Одеського національного університету  
імені І. І. Мечникова  
*Протокол № 3 від 25.11.2014 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

## Editorial Board

Editor-in-Chief – **V. A. Smyntyna**  
Vice Editor-in-Chief – **Ya. I. Lepikh**  
**A. P. Balaban** (Odessa, Ukraine)  
responsible editor

**A. E. Belyaev**  
**I. V. Blonskii** (Kiev, Ukraine)  
**V. G. Verbitsky** (Kiev, Ukraine)  
**Yu. A. Gulyaev** (Moscow, Russia)  
**A. D'Amico** (Rome, Italy)  
**N. Jaffrezik Renault** (Lyon, France)  
**S. V. Dzyadevych** (Kiev, Ukraine)  
**G. V. Elskaya** (Kiev, Ukraine)  
**O. M. Kalashnikov** (Nottingham, United Kingdom)  
**V. P. Kozemyako** (Vinnitsa, Ukraine)  
**E. D. Krushkin** (Ilyichevsk, Ukraine)  
**S. D. Kurmashov** (Odessa, Ukraine)  
**Vilho Lantto** (Oulu, Finland)  
**V. G. Litovchenko** (Kiev, Ukraine)  
**S. V. Lenkov** (Kiev, Ukraine)  
**A. F. Nazarenko** (Odessa, Ukraine)  
**I. G. Neizvestny** (Novosibirsk, Russia)  
**A. A. Ptashchenko** (Odessa, Ukraine)  
**I. M. Rarenko** (Chernoutsy, Ukraine)  
**N. N. Rozhitskii** (Kharkov, Ukraine)  
**D. D. Ryabotyagov** (Odessa, Ukraine)  
**S. M. Ryabchenko** (Kiev, Ukraine)  
**A. P. Soldatkin** (Kiev, Ukraine)  
**N. F. Starodub** (Kiev, Ukraine)  
**J. M. Stakhira** (Lviv, Ukraine)  
**M. V. Strikha** (Kiev, Ukraine)  
**A. V. Tretyak** (Kiev, Ukraine)  
**A. Chaundhri** (Chandigarh, India)

## Редакційна колегія

Головний редактор – **В. А. Сминтина**  
Заступник головного редактора – **Я. І. Лепіх**  
**А. П. Балабан** (Одеса, Україна)  
відповідальний секретар

**О. Є. Бєляєв**  
**І. В. Блонський** (Київ, Україна)  
**В. Г. Вербицький** (Київ, Україна)  
**Ю. В. Гуляєв** (Москва, Росія)  
**А. Д'Аміко** (Рим, Італія)  
**Н. Джаффрезік Рене** (Ліон, Франція)  
**С. В. Дзядевич** (Київ, Україна)  
**Г. В. Єльська** (Київ, Україна)  
**О. М. Калашніков** (Ноттінгем, Велика Британія)  
**В. П. Кожемяко** (Вінниця, Україна)  
**Є. Д. Крушкін** (Іллічівськ, Україна)  
**Ш. Д. Курмашов** (Одеса, Україна)  
**Вілхо Лантто** (Оулу, Фінляндія)  
**В. Г. Литовченко** (Київ, Україна)  
**С. В. Ленков** (Київ, Україна)  
**А. Ф. Назаренко** (Одеса, Україна)  
**І. Г. Неізвестний** (Новосибірськ, Росія)  
**О. О. Птащенко** (Одеса, Україна)  
**І. М. Раренко** (Чернівці, Україна)  
**М. М. Рожицький** (Харків, Україна)  
**Д. Д. Ряботягов** (Одеса, Україна)  
**С. М. Рябченко** (Київ, Україна)  
**О. П. Солдаткін** (Київ, Україна)  
**М. Ф. Стародуб** (Київ, Україна)  
**Й. М. Стахіра** (Львів, Україна)  
**М. В. Стріха** (Київ, Україна)  
**О. В. Третяк** (Київ, Україна)  
**А. Чаудхрі** (Чандігар, Індія)

Науковий редактор випуску  
та відповідальний за випуск – **Я. І. Лепіх**

**ЗМІСТ**

**CONTENS**

**Фізичні, хімічні та інші явища, на основі яких можуть бути створені сенсори**

**Physical, chemical and other phenomena, as the bases of sensors**

*Ya. I. Lepikh, V. G. Litovchenko, V. A. Smyntyna*

SENSOR ELECTRONICS AND MICROSYSTEM TECHNOLOGIES. STATE AND PROSPECTS... 5

*Я. І. Лепіх, В. Г. Литовченко, В. А. Сминтина*

**СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**

*M. V. Tkach, Ju. O. Seti, I. V. Boyko, M. V. Pan'kiv*

ROLE OF TWO-PHOTON ELECTRONIC TRANSITIONS IN OPERATION OF QUANTUM CASCADE LASERS..... 9

*M. V. Tkach, Yu. O. Seti, I. V. Boyko, M. V. Pan'kiv*

**РОЛЬ ДВОФОТОННИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПЕРЕХОДІВ У РОБОТІ КВАНТОВИХ ЛАЗЕРІВ**

*Yu. E. Gordienko, I. N. Bondarenko, Ya. I. Lepikh, A. M. Prokaza*

FOUNDATIONS of HIGHLOCAL MICROWAVE SENSORICS ..... 18

*Ю. Е. Гордиенко, И. Н. Бондаренко, Я. И. Лепих, А. М. Проказа*

**ОСНОВЫ ВЫСОКОЛОКАЛЬНОЙ СВЧ СЕНСОРИКИ**

*Yu. O. Kruglyak, M. V. Strikha*

LESSONS OF NANOELECTRONICS: THE ROLE OF ELECTROSTATICS AND CONTACTS IN «BOTTOM-UP» APPROACH..... 27

*Ю. О. Кругляк, М. В. Стриха*

**УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: РОЛЬ ЕЛЕКТРОСТАТИКИ Й КОНТАКТІВ У КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»**

**Sensors design and mathematical modeling  
Проектування і математичне моделювання сенсорів**

*G. P. Prepelitsa, A. V. Glushkov, Ya. I. Lepikh, V. V. Buyadzhi, V. B. Ternovsky, P. A. Zaichko*

CHAOTIC DYNAMICS OF NON-LINEAR PROCESSES IN ATOMIC AND MOLECULAR SYSTEMS IN ELECTROMAGNETIC FIELD AND SEMICONDUCTOR AND FIBER LASER DEVICES: NEW APPROACHES, UNIFORMITY AND CHARM OF CHAOS ..... 43

*Г. П. Препелиця, О. В. Глушков, Я. І. Лепіх, В. В. Буяджі, В. Б. Терновський, П. О. Заїчко*

**ХАОТИЧНА ДИНАМІКА НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В АТОМНИХ І МОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМАХ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ І НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ТА ВОЛОКОННО-ЛАЗЕРНИХ ПРИСТРОЯХ: НОВІ ПІДХОДИ, ОДНОМАНІТНІСТЬ І КРАСА ХАОСУ**

**Optical and optoelectronic and radiation sensors**

**Оптичні, оптоелектронні і радіаційні сенсори**

*V. Ya. Lytvynenko, L. A. Kosyachenko, O. L. Maslyanchuk*

QUANTUM EFFICIENCY, OPTICAL AND RECOMBINATION LOSSES IN THIN-FILM SOLAR CELLS BASED ON Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>..... 58

*В. Я. Литвиненко, Л. А. Косяченко, О. Л. Маслянчук*

**КВАНТОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОПТИЧНІ І РЕКОМБІНАЦІЙНІ ВТРАТИ В ТОНКОПЛІВКОВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВІ Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>**

*T. I. Mykytyuk, L. A. Kosyachenko, X. Mathew, I. M. Fodchuk, V. V. Kulchynsky, O. L. Maslyanchuk*

OPTIMIZATION OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> TANDEM SOLAR CELL..... 70

*T. I. Микитюк, Л. А. Косяченко, Х. Матхев, І. М. Фодчук, В. В. Кульчинський, О. Л. Маслянчук*

ОПТИМІЗАЦІЯ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНДЕМНОГО СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>

**Biosensors**  
**Біосенсори**

*O. Ye. Dudchenko, V. N. Pyeshkova, A. A. Soldatkin, S. V. Dzyadevych*

BIOSENSORS FOR DETERMINATION OF THE MOST COMMON CARBOHYDRATES..... 81

*O. Є. Дудченко, В. М. Пешкова, О. О. Солдаткін, С. В. Дзядевич*

БІОСЕНСОРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ НАЙПОШИРЕНІШИХ ВУГЛЕВОДІВ

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

*V. A. Borschak, V. A. Smyntyna, Ie. V. Brytavskyi*

INVESTIGATION OF COMPONENT COMPOSITION OF CdS-Cu<sub>x</sub>S SENSORIC LAYERS..... 97

*V. A. Борщак, В. А. Сминтина, Є. В. Бритавський*

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ШАРІВ СЕНСОРНОЇ СТРУКТУРИ CdS-Cu<sub>x</sub>S

**Sensors and information systems**  
**Сенсори та інформаційні системи**

*O. Markina, V. Dunaevsky, V. Maslov, N. Kachur*

THERMOGRAPHIC STUDY TELEVISION CAMERA WITH CCD MATRIX..... 103

*O. M. Маркіна, В. І. Дунаєвський, В. П. Маслов, Н. В. Качур*

ТЕРМОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ ВІДЕОКАМЕРИ З ПЗЗ-МАТРИЦЕЮ

**Персоналії. До 80-ліття Стахіри Йосипа Михайловича** ..... 109

**Інформація для авторів. Вимоги до оформлення статей у журнал**..... 111

**Information for contributors. The requirements on papers preparation**..... 114

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

---

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

---

---

УДК 621.38.(063)

### СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

*Я. І. Лепіх<sup>1</sup>, В. Г. Литовченко<sup>2</sup>, В. А. Сминтина<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І.І. Мечникова  
e-mail: ndl\_lepikh@onu.edu.ua*

*<sup>2</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України*

### СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

*Я. І. Лепіх, В. Г. Литовченко, В. А. Сминтина*

**Анотація.** Зроблено короткий огляд і аналіз матеріалів основних пленарних і секційних доповідей, зроблених провідними вченими на 6-ій Міжнародній науково-технічній конференції “Сенсорна електроніка і мікросистемні технології”, в яких викладено нові результати і визначено перспективи досліджень в області сенсорики. Зазначається, що сенсорика, як інтердисциплінарний науково-технічний напрям може бути проривним у розвитку високоефективних інформаційних систем і приладобудування.

**Ключові слова:** сенсорна електроніка, датчики, інформаційні системи

## SENSORS ELECTRONICS AND MICROSYSTEMS TECHNOLOGIES. STATE AND PROSPECTS

*Ya. I. Lepikh, V. G. Litovchenko, V. A. Smyntyna*

**Abstract.** The short review and the material analysis of the plenary and section reports made by conducting scientists at 6-th international scientific and technical conference “Sensors electronics and microsystems technologies ” in which new results are stated and prospects of researches in sensorics area are determined is made. It is determined, that sensorics as interdisciplinary scientific and technical direction can be break in highly effective information systems development and instrument making.

**Keywords:** sensor electronics, gauges, information systems

## СЕНСОРНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСИСТЕМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Я. И. Лепих, В. Г. Литовченко, В. А. Смынтина*

**Аннотация.** Сделан краткий обзор и анализ материалов основных пленарных и секционных докладов, представленных ведущими учеными на 6-ой Международной научно-технической конференции “Сенсорная электроника и микросистемные технологии”, в которых изложены новые результаты и определены перспективы исследований в области сенсорики. Отмечается, что сенсорики, как междисциплинарное научно-техническое направление может быть прорывным в развитии высокоэффективных информационных систем и приборостроения.

**Ключевые слова:** сенсорная электроника, датчики, информационные системы

6-а Міжнародна науково-технічна конференція “СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ” черговий 6-й раз відбулася на базі Одеського національного університету імені І.І. Мечникова з 29.09 по 3.10.2014 року.

Конференція проводилась під егідою Міністерства освіти і науки України, Наукової ради НАН України з проблеми “Фізика напівпровідників і діелектриків”, Українського фізичного товариства, Інституту фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України, Академії наук Вищої школи України, Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, Міжвідомчого науково-навчального фізико-технічного центру МОН і НАН України.

Конференція була присвячена 150-й річниці Одеського національного університету імені І. І. Мечникова та 100-річчю науки про напівпровідники.

У конференції взяли участь понад 200 представників академічних установ, вищих навчальних закладів (ВНЗ) та науково-промислових організацій з усіх областей України (27 міст), наукових установ (27 НДІ) та університетів з 15 країн: Білорусі, Болгарії, Великої Британії, Італії, Мексики, Молдови, Німеччини, Польщі, Росії, Словаччини, Угорщини, України, Франції, Чехії. Представлені за 13 науковими напрямками конференції доповіді охопили практично всі аспекти сенсорики - від фізичних, хімічних і біохімічних явищ до дослідження процесів деградації, питань метрології сенсорів та їх використання в інтелектуальних інформаційних системах. Було заслухано і обговорено понад 100 доповідей, з них 14 пленарних. В конференції взяли участь і виступили з доповідями 2 члена-кореспондента НАН України, понад 70 докторів наук і професорів, в числі учасників були директори НДІ.

Програма конференції мала 13 секцій, а саме:

1. Фізичні, хімічні та інші явища, на основі яких можуть бути створені сенсори
2. Проектування та математичне моделювання сенсорів
3. Сенсори фізичних величин
4. Хімічні сенсори
5. Біосенсори
6. Радіаційні, оптичні та оптоелектронні сенсори
7. Акустоелектронні сенсори
8. Наносенсори (фізика, матеріали, технологія)
9. Сенсори та інформаційні системи
10. Матеріали для сенсорів
11. Технологічні проблеми сенсорів
12. Мікросистемні технології (MST, LIGA-технологія та ін.)
13. Деградація, метрологія та атестація сенсорів

Кількість доповідей по секціях була розподілена досить нерівномірно, що загалом відображає, як актуальність тих чи інших напрямів і потреб промисловості, так і технологічні та апаратурні можливості дослідників і розробників. Переважали за кількістю доповідей секції “Матеріали для сенсорів” і “Хімічні сенсори”. Достойно, як і раніше, була представлена секція “Біосенсорів”. Помітно зросла кількість робіт по напрямку “Наносенсори”. Дослідження тут ведуться досить різнопланово з переважанням теоретичних досліджень.

Слід відзначити також інтенсифікацію і результативність досліджень і розробок мультисенсорних систем та інтелектуалізацію сенсорів.

Пленарні доповіді, що передували секційним доповідям, охопили всі найбільш важливі розділи сучасної сенсоріки.

Зокрема, у доповіді Фекашгазі І. В., Міца В. М., Стронський О. Б.”60-річчя з дня відкриття напівпровідникових властивостей халькогенідних стекло і його вплив на розвиток досліджень некристалічних напівпровідників в Україні” зроблено ретроспективний огляд результатів досліджень і розробок, що велися науковими школами Ужгорода, Львова, Чернівців,

Івано-Франківська, Дніпропетровська, Одеси та ін. за напрямками: теорія неупорядкованих напівпровідників, склоутворення, фізико-хімічних властивостей і структури скла, а також оптичні, електричні і фотоелектричні властивості і явища перемикавання, які є важливими для сенсорної електроніки.

У доповіді Литовченка В.Г. “Визначення базових параметрів сонячного кремнію методом спектральної фото-ЕРС” сформульовано і обґрунтовано вимоги до базових параметрів кремнію, призначеного для фотовольтаїки, що особливо важливо з позиції його практичного застосування.

У доповіді Бондаренка І. М., Гордієнка Ю. О., Лепіха Я. І., Прокази О. М. “Основи високолокальної НВЧ сенсоріки” було представлено теоретичне і експериментальне обґрунтування можливості побудови широкого спектру безелектродних НВЧ сенсорів для контролю фізичних, хімічних, біофізичних та інших властивостей різних об’єктів з заданою локальністю в діапазоні від кількох мікрометрів до кількох міліметрів. Показано також можливість контролю нерівності поверхні об’єкта на мікронному і субмікронному рівні.

Питання розробки і експлуатації сучасних детекторів і матричних фотоприйомних пристроїв і порівняння їх характеристик та оцінка граничних параметрів їх функціонування обговорювалися у доповіді Сизова Ф. Ф. “ІЧ-фотоелектроніка: фотонні або теплові детектори? Перспективи».

Секція “Біосенсорів” була презентована двома пленарними доповідями:

Романов В. А., Галелюка І. Б., Груша В. М., Ковирьова А. В., Грибова В. В. “Особливості застосування біосенсорних приладів і сенсорних мереж в прецизійному землеробстві і екологічному моніторингу” та - Стародуб М. Ф., Прилуцький М., Мельниченко М. М. “Застосування біосенсорів для подолання порушень ендокринної системи”, результати розробки яких готові до широкого впровадження у виробництво.

Цікаві результати теоретичних досліджень, присвячених поглинанню електромагнітних хвиль нанокристаллами з дівалентною домішкою були представлені у доповіді Бойчука В. І.



зі співробітниками. Ткач М.В. у своїй доповіді представив результати теоретичних досліджень електрон-фононної взаємодії на транспортні властивості активної зони квантового каскадного детектора.

Результати комплексних досліджень побудови сенсорів газів були представлені у доповіді Евтуха А., Литовченка В., Стеблової О. "Емісія електронного поля як основа для газових сенсорів".

Шерегій Ю. М. з м. Ржешів (Польща) представив доповідь "Досягнення та плани розвитку Інституту високих технологій при університеті".

В ході конференції експонувалися розробки, що вже вийшли за рамки лабораторних зразків. Так Чегель В. І. з Інституту фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України продемонстрував промисловий зразок сенсорної системи на основі плазмонного резонансу.

Обговоривши на заключному засіданні зібрані на пленарних і сесійних засіданнях доповіді, враховуючи пропозиції учасників, Конференція констатувала, зокрема, наступне:

\* Програма конференції охопила широкий спектр наукових, технічних і технологічних проблем сенсорної електроніки і мікросистемних технологій.

\* Провідні наукові колективи працюють в актуальних фундаментальних та прикладних напрямках, пов'язаних з дослідженням нових принципів побудови сенсорів, з розробкою високоефективних інформаційних систем, функціональних матеріалів і мікросистемних технологій. Конференція відзначає значні успіхи українських вчених у розвитку фундаментальних та прикладних напрямів сенсоріки: фотоелектричних перетворювачів, біосенсоріки, акустоелектроніки, які відповідають світовому рівню наукових досліджень та розробок.

В Україні успішно продовжує розвиватись як важливий самостійний інтердисциплінарний науково-технічний напрям - сенсорна електроніка, який інтегрує у собі найновіші досягнення матеріалознавства, напівпровідникової, інтегральної і функціональної електроніки, нанофізики і наноелектроніки, інформаційних систем та мікросистемних технологій. Серед них виділяються особливо такі важливі для сучасних умов на-

прями як: 1) газова сенсоріка (контроль в газопаливній індустрії та екологічний моніторинг); 2) НВЧ сенсоріка (ТГц зв'язок); 3) сонячна напівпровідникова енергетика; 4) біосенсоріка, 5) сенсори фізичних величин.

Значна частина розроблених сенсорів, інтегрована в інтелектуальні системи, частина впроваджена у виробництво.

В той же час потрібно звернути увагу на необхідність підсилення діяльності по розробці мікроелектронного забезпечення, зчитування сигналів з сенсорів, особливо для багатоканальних систем, інтелектуалізації сенсорів.

Помітна була активна участь молодих учених, кращі доповіді яких були відзначені дипломами.

Конференція прийняла ухвалу, в якій, зокрема, йдеться про те, що сенсорна електроніка є одним із найважливіших у створенні і розвитку приладобудування і високоефективних інформаційних систем науково-технічних напрямів, який може бути проривним для України в наукоємних галузях.

За матеріалами доповідей, зроблених на конференції, будуть опубліковані статті у нашому журналі починаючи з цього номеру.

#### Список використаної літератури

1. Sensors electronics and microsystems technologies. Book of Abstracts 6<sup>th</sup> Internat. scien. and tech. confer. "Sensors Electronics and Microsystems Technologies" (SEMST-6). Ukraine. Odesa. September 29 – October 3. 2014.- 268p.

Стаття надійшла до редакції 10.11. 2014 р.

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

---

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

---

---

УДК 538.91  
PACS 73.21.-b, 73.40.Gk

### РОЛЬ ДВОФОТОННИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПЕРЕХОДІВ У РОБОТІ КВАНТОВИХ ЛАЗЕРІВ

*М. В. Ткач, Ю. О. Сеті, І. В. Бойко, М. В. Паньків*

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, кафедра теоретичної фізики,  
вул. Коцюбинського, 2, Чернівці 58012; e-mail: ktf@chnu.edu.ua

### РОЛЬ ДВОФОТОННИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПЕРЕХОДІВ У РОБОТІ КВАНТОВИХ ЛАЗЕРІВ

*М. В. Ткач, Ю. О. Сеті, І. В. Бойко, М. В. Паньків*

**Анотація.** У наближенні ефективних мас та прямокутних потенціальних ям і бар'єрів для електрона на основі аналітично знайдених розв'язків повного рівняння Шредінгера розвинена теорія динамічної провідності трибар'єрної резонансно-тунельної наноструктури у слабкому електромагнітному полі з урахуванням двофотонних електронних переходів з різними частотами. Показано, що вклад двофотонних електронних переходів з випромінюванням електромагнітних хвиль у загальну величину динамічної провідності в оптимальних конфігураціях трибар'єрної наноструктури може досягати 40%.

**Ключові слова:** резонансно-тунельна структура, квантовий лазер, квантовий детектор, динамічна провідність.

### ROLE OF TWO-PHOTON ELECTRONIC TRANSITIONS IN OPERATION OF QUANTUM CASCADE LASERS

*М. V. Tkach, Ju. O. Seti, I. V. Boyko, M. V. Pan'kiv*

**Abstract.** The theory of dynamic conductivity of three-barrier resonant tunneling structure in weak electromagnetic field taking into account two-photon electronic transitions with different frequencies is developed within the approximation of effective mass and rectangular potential wells and barriers for the electron using the analytically obtained solutions of complete Schrodinger equation. It is shown that

the contribution of two-photon electronic transitions into the total magnitude of dynamic conductivity for some configurations of resonant tunneling structure can approach 40% for the transitions with radiation of electromagnetic wave.

**Keywords:** resonant tunneling structure, quantum laser, quantum detector, the dynamic conductivity.

## **РОЛЬ ДВУХФОТОННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕРЕХОДОВ В РАБОТЕ КВАНТОВЫХ ЛАЗЕРОВ**

*Н. В. Ткач, Ю. А. Сети, И. В. Бойко, М. В. Панькив*

**Аннотация.** В приближении эффективных масс и прямоугольных потенциальных ям и барьеров для электрон на основе аналитически найденных решений полного уравнения Шредингера развита теория динамической проводимости трехбарьерной резонансно-туннельной наноструктуры в слабом электромагнитном поле с учетом двухфотонных электронных переходов с различными частотами. Показано, что вклад двухфотонных электронных переходов с излучением электромагнитных волн в общую величину динамической проводимости в оптимальных конфигурация трехбарьерной наноструктуры может достигать 40%.

**Ключевые слова:** резонансно-туннельная структура, квантовый лазер, квантовый детектор, динамическая проводимость.

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

---

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

---

---

УДК 621.385.6

### ОСНОВЫ ВЫСОКОЛОКАЛЬНОЙ СВЧ СЕНСОРИКИ

*Ю. Е. Гордиенко<sup>1</sup>, И. Н. Бондаренко<sup>1</sup>, Я. И. Лепих<sup>2</sup>, А. М. Проказа<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники,  
e-mail: [meru@kture.kharkov.ua](mailto:meru@kture.kharkov.ua)

<sup>2</sup>Межведомственный научно-учебный физико-технический центр МОН и НАН Украины,  
ОНУ имени И.И. Мечникова, e-mail: [ndl\\_lepikh@onu.edu.ua](mailto:ndl_lepikh@onu.edu.ua)

### ОСНОВЫ ВЫСОКОЛОКАЛЬНОЙ СВЧ СЕНСОРИКИ

*Ю. Е. Гордиенко, И. Н. Бондаренко, Я. И. Лепих, А. М. Проказа*

**Аннотация.** Созданы теоретические основы разработки нового поколения ближнеполевых микроволновых датчиков для контроля сред и функциональных материалов с широким спектром локальности, которые являются базой высоколокальной СВЧ сенсорики. Системно исследованы характеристики преобразования таких датчиков, показана связь потерь на излучение с размерами апертуры зонда и электрофизическими параметрами объекта исследования. Предложен способ решения задачи одновременного повышения локальности и чувствительности датчиков. Разработана схема выделения и обработки сигналов измерительной информации с использованием современных достижений аналого-цифрового преобразования и микропроцессорной техники.

**Ключевые слова:** сенсорики, ближнеполевая микроскопия, апертура, накопительная область, характеристики преобразования

## ОСНОВИ ВИСОКОЛОКАЛЬНОЇ НВЧ СЕНСОРИКИ

*Ю. О. Гордієнко, І. М. Бондаренко, Я. І. Лепіх, О. М. Проказа*

**Анотація.** Створено теоретичні передумови розробки нового покоління ближньопольових мікрохвильових датчиків для контролю середовищ і функціональних матеріалів з широким спектром локальності, які є базою високолокальної НВЧ сенсорики. Системно досліджено характеристики перетворення таких датчиків, показано зв'язок втрат на випромінювання з розмірами апертури зонда і електрофізичними параметрами об'єкта дослідження. Запропоновано спосіб вирішення задачі одночасного підвищення локальності і чутливості датчиків. Розроблено схему виділення та обробки сигналів вимірювальної інформації з використанням сучасних досягнень аналого-цифрового перетворення і мікропроцесорної техніки.

**Ключові слова:** сенсорика, ближньопольова мікроскопія, апертура, область накопичення, характеристики перетворення

## FOUNDATIONS of HIGHLOCAL MICROWAVE SENSORICS

*Yu. E. Gordienko, I. N. Bondarenko, Ya. I. Lepikh, A. M. Prokaza*

**Abstract.** Theoretical foundations of development of short-distance field microscopy microwave gauges of new generation for the control of medium and functional materials with a wide spectrum of localness that are the base of highlocal microwave sensorics are created. Such gauges transformation characteristics are systemically investigated, connection of losses on radiation with the probe aperture sizes and the investigated object electrophysical parameters is shown. The way of the solving of a problem of simultaneous gauges localness and sensitivity increase is offered. The pattern of measuring information signals displaying and processing with the use of modern achievements of analog-digital transformation and microprocessor engineering is developed.

**Keywords:** sensorics, short-distance field microscopy, the aperture, storage area, transformation characteristics

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

---

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

---

---

PACS: 71.15.Mb, 71.20.-b, 73.22.Pr, 73.23.Ad, 84.32.Ff, 85.35.-p

### **УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: РОЛЬ ЕЛЕКТРОСТАТИКИ Й КОНТАКТІВ У КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»**

*Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха\**

Одеський державний екологічний університет  
вул. Львівська, 15, Одеса, Україна  
тел. (067) 725 2209, E-mail: [quantumnet@yandex.ua](mailto:quantumnet@yandex.ua)

\* Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України  
пр. Науки, 41, Київ, Україна  
тел. (044) 525 6033, E-mail: [maksym\\_strikha@hotmail.com](mailto:maksym_strikha@hotmail.com)

### **УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: РОЛЬ ЕЛЕКТРОСТАТИКИ Й КОНТАКТІВ У КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»**

*Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха*

**Анотація.** У черговій із серії оглядово-навчальних статей у рамках концепції «знизу – вгору» наноелектроніки розглядається дифузійно-дрейфова модель струму на основі транспортного рівняння Больцмана, роль зовнішнього електричного поля при виході за межі режиму лінійного відгуку, польовий транзистор і струм насичення, роль заряджання провідника, точка і розширена моделі провідника, роль контактів, моделі  $p-n$  переходів, генерація струму в провіднику з асиметричними контактами.

**Ключові слова:** нанофізика, наноелектроніка, молекулярна електроніка, дифузійно-дрейфова модель, струм насичення, роль контактів.

## LESSONS OF NANO-ELECTRONICS: THE ROLE OF ELECTROSTATICS AND CONTACTS IN «BOTTOM-UP» APPROACH

*Yu. O. Kruglyak, M. V. Strikha*

**Abstract.** Within the following in the series of the review and tutorial articles next topics are discussed in the frame of the «bottom – up» approach of modern nanoelectronics: the diffusion-drift model of a current on the basis of the Boltzmann transport equation, the role of the external electric field beyond the linear response regime, field-effect transistor and saturation current, the role of conductor charging, the point and extended models of a conductor, the role of contacts, the model of  $p - n$  junctions, the generation of a current in a conductor with asymmetric contacts.

**Keywords:** nanophysics, nanoelectronics, molecular electronics, diffusion-drift model, saturation current, role of contacts.

## УРОКИ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ: РОЛЬ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ И КОНТАКТОВ В КОНЦЕПЦИИ «СНИЗУ – ВВЕРХ»

*Ю. А. Кругляк, М. В. Стриха*

**Аннотация.** В очередной из серии обзорно-учебных статей в рамках концепции «снизу – вверх» наноэлектроники рассматривается диффузионно-дрейфовая модель тока на основе транспортного уравнения Больцмана, роль внешнего электрического поля при выходе за пределы режима линейного отклика, полевой транзистор и ток насыщения, роль заряжения проводника, точечная и расширенная модели проводника, роль контактов, модели  $p - n$  переходов, генерация тока в проводнике с асимметричными контактами.

**Ключевые слова:** нанопизика, наноэлектроника, молекулярная электроника, диффузионно-дрейфовая модель, ток насыщения, роль контактов.

# SENSORS DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING ПРОЕКТУВАННЯ І МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕНСОРІВ

---

---

31.50.+w, 34.80.-i; UDC 539.184

## CHAOTIC DYNAMICS OF NON-LINEAR PROCESSES IN ATOMIC AND MOLECULAR SYSTEMS IN ELECTROMAGNETIC FIELD AND SEMICONDUCTOR AND FIBER LASER DEVICES: NEW APPROACHES, UNIFORMITY AND CHARM OF CHAOS

<sup>2</sup>G. P. Prepelitsa, <sup>2</sup>A. V. Glushkov, <sup>1</sup>Ya. I. Lepikh, <sup>2</sup>V. V. Buyadzhi, <sup>3</sup>V. B. Ternovsky, <sup>3</sup>P. A. Zaichko

<sup>1</sup>I. I. Mechnikov Odessa National University, 2, Dvoryanskaya str., Odessa, 65028, Ukraine

<sup>2</sup>Odessa State Environmental University, 15, L'vovskaya str., Odessa, 65016, Ukraine

<sup>3</sup>Odessa National Polytechnical University, 1, Shevchenko av., Odessa, 65044, Ukraine  
e-mail: quantpre@mail.ru

## CHAOTIC DYNAMICS OF NON-LINEAR PROCESSES IN ATOMIC AND MOLECULAR SYSTEMS IN ELECTROMAGNETIC FIELD AND SEMICONDUCTOR AND FIBER LASER DEVICES: NEW APPROACHES, UNIFORMITY AND CHARM OF CHAOS

*G. P. Prepelitsa, A. V. Glushkov, Ya. I. Lepikh, V. V. Buyadzhi, V. B. Ternovsky, P. A. Zaichko*

**Abstract.** Work is devoted to the development of the theoretical foundations of the universal complex chaos-geometric and quantum-dynamic approach that consistently includes a number of new quantum models and a number of new or improved methods of analysis (correlation integral, fractal analysis, algorithms, average mutual information, false nearest neighbors, Lyapunov exponents, surrogate data, non-linear prediction, spectral methods, etc.) to solve problems quantitatively complete modeling and analysis of chaotic dynamics of nonlinear processes in atomic and molecular systems in a uniform and alternating electromagnetic field and quantum generator, laser systems and devices (including fibers, semiconductor lasers with feedback et al.). For considered class of systems and devices there are theoretically studied scenarios of generating chaos, obtained complete quantitative data on the chaos characteristics and different modes of operation.

**Keywords:** chaotic dynamics, atomic and molecular systems in electromagnetic field, semiconductor and fiber laser devices, chaos-geometric and quantum-dynamics approach



## **ХАОТИЧНА ДИНАМІКА НЕЛІНІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В АТОМНИХ І МОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМАХ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ І НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ТА ВОЛОКОННО-ЛАЗЕРНИХ ПРИСТРОЯХ: НОВІ ПІДХОДИ, ОДНОМАНІТНІСТЬ І КРАСА ХАОСУ**

*Г. П. Препелиця, О. В. Глушков, Я. І. Лепіх, В. В. Буяджі, В. Б. Терновський, П. О. Заїчко*

**Анотація.** Робота присвячена викладенню універсального комплексного хаос-геометричного і квантово-динамічного підходу, що включає низку нових квантових моделей і нових або удосконалених методів аналізу (кореляційний інтеграл, фрактальний аналіз, алгоритми середньої взаємної інформації, хибних найближчих сусідів, показники Ляпунова, сурогатних даних, спектральні методи тощо), для вирішення задач кількісного моделювання і аналізу хаотичної динаміки нелінійних процесів в атомно-молекулярних системах в однорідному і змінному електромагнітному полі і квантово-генераторних, лазерних системах та приладах (у т.ч., волоконних, напівпровідникових лазерах із зворотним зв'язком і т.і.). Для розглянутого класу систем і пристроїв теоретично вивчені сценарії генерації хаосу, отримані кількісні дані по характеристикам хаотичної динаміки і різним режимам функціонування.

**Ключові слова:** хаотична динаміка, атомні і молекулярні системи в електромагнітному полі, напівпровідникові і волоконні лазери, хаос-геометричний і квантово-динамічний підходи

## **ХАОТИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В АТОМНЫХ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ И ВОЛОКОННО-ЛАЗЕРНЫХ УСТРОЙСТВАХ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ, ЕДИНООБРАЗИЕ И ОЧАРОВАНИЕ ХАОСА**

*Г. П. Препелиця, А. В. Глушков, Я. И. Лепих, В. В. Буяджи, В. Б. Терновский, П. А. Заичко*

**Аннотация.** Работа посвящена изложению универсального комплексного хаос-геометрического и квантово-динамического подхода, который включает ряд новых квантовых моделей и ряд новых или усовершенствованных методов анализа (корреляционный интеграл, фрактальный анализ, алгоритмы средней взаимной информации, ложных ближайших соседей, показатели Ляпунова, суррогатных данных, нелинейный прогноз, спектральные методы и т.д.), для решения задач количественного моделирования и анализа хаотической динамики нелинейных процессов в атомно-молекулярных системах в однородном и переменном электромагнитном поле и квантово-генераторных, лазерных системах и приборах (в т.ч., волоконных, полупроводниковых лазерах с обратной связью и др.). Для рассмотренного класса систем и устройств теоретически изучены сценарии генерации хаоса, получены количественные данные по характеристикам хаотической динамики и различным режимам функционирования.

**Ключевые слова:** хаотическая динамика, атомные и молекулярные системы в электромагнитном поле, полупроводниковые и волоконные лазеры, хаос-геометрический и квантово-динамический подходы

# OPTICAL AND OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

---

## ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

---

---

УДК 538.9; 620

PACS 81.05.Dz; 81.15.-z; 85.60.Dw

### КВАНТОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОПТИЧНІ І РЕКОМБІНАЦІЙНІ ВТРАТИ В ТОНКОПЛІВКОВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВІ $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$

*В. Я. Литвиненко, Л. А. Косяченко, О. Л. Маслянчук*

Чернівецький національний університет, 58012 Чернівці, Україна, E-mail: wisher\_89@mail.ru

### КВАНТОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОПТИЧНІ І РЕКОМБІНАЦІЙНІ ВТРАТИ В ТОНКОПЛІВКОВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВІ $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$

*В. Я. Литвиненко, Л. А. Косяченко, О. Л. Маслянчук*

**Анотація.** Проведено теоретичний аналіз оптичних та рекомбінаційних втрат в тонкоплівкових сонячних елементах на основі  $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$  з шириною забороненої зони 1,36-1,38 еВ. Виходячи з оптичних констант матеріалів, знайдені оптичні втрати, обумовлені відбиванням на межах поділу і поглинанням в шарах ZnO і CdS. Для розрахунку рекомбінаційних втрат розглянуто спектральний розподіл квантової ефективності  $\text{CdS}/\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  гетероструктури. Із зіставлення результатів розрахунку з експериментом визначено реальні параметри сонячного елемента і втрати, зумовлені рекомбінацією носіїв заряду на фронтальній і тильній поверхнях поглинаючого шару, в його нейтральній частині та області просторового заряду р-п гетеропереходу.

**Ключові слова:**  $\text{CuInSe}_2$  сонячні елементи, фотоелектричні характеристики.

## QUANTUM EFFICIENCY, OPTICAL AND RECOMBINATION LOSSES IN THIN-FILM SOLAR CELLS BASED ON $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$

*V. Ya. Lytvynenko, L. A. Kosyachenko, O. L. Maslyanchuk*

**Abstract.** A theoretical analysis of the optical and recombination losses in thin film solar cells based on  $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$  with band gap 1,36-1,38 eV are carried out. Based on the optical constants of the materials, the optical losses due to reflection at the interfaces and absorption in the layers of ZnO and CdS have been found. To calculate the recombination losses the spectral distribution of the quantum efficiency of  $\text{CdS}/\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  heterostructure is considered. From a comparison of calculated and experimental results, the real parameters of the solar cell and the losses due to the recombination of charge carriers at the front and back surfaces of the absorbing layer, in its neutral part and in the space charge region of p-n heterojunction have been determined.

**Keywords:**  $\text{CuInSe}_2$  solar cells, photoelectrical characteristics of solar cells.

## КВАНТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОПТИЧЕСКИЕ И РЕКОМБИНАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ НА ОСНОВЕ $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$

*В. Я. Литвиненко, Л. А. Косяченко, Е. Л. Масляничук*

**Аннотация.** Проведен теоретический анализ оптических и рекомбинационных потерь в тонкопленочном солнечном элементе на основе  $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$  с шириной запрещенной зоны 1,36-1,38 эВ. Исходя из оптических констант материалов, найдены оптические потери, обусловленные отражением на границах раздела и поглощением в слоях ZnO и CdS. Для расчета рекомбинационных потерь рассмотрено спектральное распределение квантовой эффективности  $\text{CdS}/\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  гетероструктуры. Из сопоставления результатов расчета с экспериментом определены реальные параметры солнечного элемента и потери, обусловленные рекомбинацией носителей заряда на фронтальной и тыльной поверхностях поглощающего слоя, в его нейтральной части и области пространственного заряда p-n гетероперехода.

**Ключевые слова:**  $\text{CuInSe}_2$  солнечные элементы, фотоэлектрические характеристики.

# OPTICAL AND OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

---

## ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

---

---

УДК 538.9: 620  
PACS 81.05.Dz; 81.15.-z; 85.60.Dw

### ОПТИМІЗАЦІЯ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНДЕМНОГО СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>

*Т. І. Микитюк<sup>1</sup>, Л. А. Косяченко<sup>1</sup>, X. Mathew<sup>2</sup>, І. М. Фодчук<sup>1</sup>, В. В. Кульчинський<sup>1</sup>,  
О. Л. Маслянчук<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Чернівецький національний університет, Україна, E-mail: l.a.kosyachenko@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, México

### ОПТИМІЗАЦІЯ ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНДЕМНОГО СОНЯЧНОГО ЕЛЕМЕНТА CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>

*Т. І. Микитюк, Л. А. Косяченко, X. Mathew, І. М. Фодчук, В. В. Кульчинський,  
О. Л. Маслянчук*

**Анотація.** Досліджено тонкоплівкову тандемну структуру з CuInSe<sub>2</sub> і Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te сонячними елементами і тонким електропровідним прозорим прошарком ZnTe між ними. Твердий розчин Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te ( $x < 0,1$ ) у верхньому сонячному елементі застосовано з метою розширення забороненої зони CdTe. З вимірних спектрів пропускання верхнього сонячного елемента на ділянці спектру з низьким оптичним пропусканням, коли його періодичні зміни (осциляції) значно послаблені, знайдено криві поглинання  $\alpha(\lambda)$  і ширину забороненої зони Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te (1,54 і 1,6 eV). Оскільки коефіцієнт відбивання і осциляції у вимірних спектрах пропускання значно послаблені при оптичному контакті Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te з ZnTe, пропускання верхнього сонячного елемента при визначенні характеристик тандему можна розраховувати з малою похибкою, ігноруючи осциляції. Показано, що струми короткого замикання верхнього і нижнього сонячних елементів стають однаковими при ширині забороненої зони Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te  $\sim 1,65$  eV.

**Ключові слова:** тандемні CuInSe<sub>2</sub> і Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te сонячні елементи, їх оптичні характеристики.

## OPTIMIZATION OF OPTICAL CHARACTERISTICS OF CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> TANDEM SOLAR CELL

*T. I. Mykytyuk, L. A. Kosyachenko, X. Mathew, I. M. Fodchuk, V. V. Kulchynsky,  
O. L. Maslyanchuk*

**Abstract.** Thin-film tandem structure with CuInSe<sub>2</sub> and Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te solar cells and thin conducting transparent ZnTe layer between them are investigated. Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te ( $x < 0,1$ ) in the top solar cell is used to expand the band gap of CdTe. From the measured transmission spectra of the top solar cell on the portion of the spectrum with low transmittance when periodic changes in transmittance (oscillations) significantly reduced, the absorption curves  $\alpha(\lambda)$  and band gap of Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te (1,54 and 1,6 eV) have been found. Since the reflection coefficient and the oscillations in the measured transmission spectra significantly attenuated in the case of optical contact of Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te with ZnTe, transmission of the top solar cell of the tandem can be calculated with a small error ignoring the oscillations. It has been shown that the short-circuit currents of the top and bottom solar cells become equal with the band gap of Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te  $\sim 1,65$  eV.

**Keywords:** tandem CuInSe<sub>2</sub> i Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te solar cells, their optical characteristics.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТАНДЕМНОГО СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА CdMgTe/Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>

*Т. И. Микитюк, Л. А. Косяченко, Х. Матхью, И. М. Фодчук, В. В. Кульчинский,  
О. Л. Масляничук*

**Аннотация.** Исследована тонкопленочная тандемная структура с CuInSe<sub>2</sub> и Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te солнечными элементами и тонким проводящим прозрачным слоем ZnTe между ними. Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te ( $x < 0,1$ ) в верхнем солнечном элементе применен с целью расширения запрещенной зоны CdTe. Из измеренных спектров пропускания верхнего солнечного элемента на участке спектра с низким пропусканием, когда его периодические изменения (осцилляции) значительно ослаблены, найдены кривые поглощения  $\alpha(\lambda)$  и ширина запрещенной зоны Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te (1,54 и 1,6 эВ). Поскольку коэффициент отражения и осцилляции в измеренных спектрах пропускания значительно ослабляются при оптическом контакте Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te с ZnTe, пропускание верхнего солнечного элемента при определении характеристик тандема можно рассчитывать с малой погрешностью, игнорируя осцилляции. Показано, что токи короткого замыкания верхнего и нижнего солнечных элементов становятся одинаковыми при ширине запрещенной зоны Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te  $\sim 1,65$  эВ.

**Ключевые слова:** тандемные CuInSe<sub>2</sub> и Cd<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>Te солнечные элементы, их оптические характеристики.

## BIOSENSORS

---

## БІОСЕНСОРИ

---

---

УДК 543.635.2+ 544.076 + 577.152.1 + 577.152.3

### БІОСЕНСОРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ НАЙПОШИРЕНІШИХ ВУГЛЕВОДІВ

*О. Є. Дудченко<sup>1,2</sup>, В. М. Пешкова<sup>2</sup>, О. О. Солдаткін<sup>2</sup>, С. В. Дзядевич<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Інститут високих технологій Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, Київ

<sup>2</sup>Інститут молекулярної біології і генетики Національної академії наук України, Київ

*E-mail: dc182@yandex.ru*

### БІОСЕНСОРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ НАЙПОШИРЕНІШИХ ВУГЛЕВОДІВ

*О. Є. Дудченко, В. М. Пешкова, О. О. Солдаткін, С. В. Дзядевич*

**Анотація.** В даній роботі розглянуто традиційні та новітні підходи до створення біосенсорів для кількісного визначення деяких з найпоширеніших вуглеводів. Висвітлено сучасні методи іммобілізації біологічного матеріалу на поверхні твердих носіїв (фізичних перетворювачів) з метою пошуку найефективніших тактик для розробки електрохімічних біосенсорів та оптимізації їхньої роботи. Приведено приклади практичного застосування лабораторних прототипів таких аналітичних приладів.

**Ключові слова:** вуглеводи, кількісний аналіз, біосенсори, глюкоза, сахароза, мальтоза, лактоза, фруктоза.

### BIOSENSORS FOR DETERMINATION OF THE MOST COMMON CARBOHYDRATES

*O. Ye. Dudchenko, V. N. Pyeshkova, A. A. Soldatkin, S. V. Dzyadevych*

**Abstract.** Classic and modern approaches for design of biosensors for determination of common carbohydrates have been described in this paper. Modern methods of immobilization of biological materials (bioselective elements) on the surface of solid carriers (physical transducers) have been also presented in order to determine the most effective tactics for the development and optimization of electrochemical biosensors. Examples of practical application of some laboratory prototypes of such analytical devices have been showcased in text.

**Keywords:** carbohydrates, quantification, biosensors, glucose, sucrose, maltose, lactose, fructose.

## **БИОСЕНСОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ УГЛЕВОДОВ**

*А. Е. Дудченко, В. Н. Пешкова, А. А. Солдаткин, С. В. Дзядевич*

**Аннотация.** В представленной работе рассмотрены как традиционные, так и новейшие подходы к созданию биосенсоров для определения некоторых наиболее распространенных углеводов. В обзоре приведены современные методы иммобилизации биологического материала на поверхности твердых носителей (физических преобразователей) с целью обнаружения самых эффективных тактик для разработки электрохимических биосенсоров и оптимизации их работы. Предложены примеры практического применения лабораторных прототипов таких аналитических приборов.

**Ключевые слова:** углеводы, количественный анализ, биосенсоры, глюкоза, сахароза, мальтоза, лактоза, фруктоза.

## SENSOR MATERIALS

---

### МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

---

---

УДК 621.315.592

#### ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ШАРІВ СЕНСОРНОЇ СТРУКТУРИ CdS-Cu<sub>x</sub>S

*В. А. Борщак, В. А. Сминтина, Є. В. Бритавський*

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська 2, Одеса, 65082, Україна, email: borschak\_va@mail.ru

#### ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ШАРІВ СЕНСОРНОЇ СТРУКТУРИ CdS-Cu<sub>x</sub>S

*В. А. Борщак, В. А. Сминтина, Є. В. Бритавський*

**Анотація.** Проведено комплекс досліджень, направлених на з'ясування відхилень від стехіометрії сполуки Cu<sub>x</sub>S при її формуванні та з подальшим плином часу для встановлення особливостей зміни хімічного складу компонентів гетеропереходу. Враховуючи, що питання про зв'язок ступеню та розподілу стехіометрії в шарі сульфиду міді з оптоелектричними властивостями гетероструктури є відкритим, інформативним та надзвичайно важливим для практичного впровадження розробленого сенсору, для великої вибірки зразків були проведені електрохімічний аналіз та дослідження методом рентгенівської дифрактометрії.

**Ключові слова:** неідеальний гетероперехід, сенсор зображень, фазовий склад, рентгеноструктурний аналіз

#### INVESTIGATION OF COMPONENT COMPOSITION OF CdS-Cu<sub>x</sub>S SENSORIC LAYERS

*V. A. Borschak, V. A. Smyntyna, Ie. V. Brytavskiy*

**Abstract.** A set of studies aimed at clarifying the deviation from the stoichiometry of Cu<sub>x</sub>S compound during the formation and followed over time to establish the characteristics of changes in the chemical composition of the heterojunction components were carried out. The question of relationship between optoelectrical properties of heterostructures and distribution of stoichiometry in the layer of copper sulfide is open, informative and very important for the practical implementation of the developed sensor. Electrochemical analysis and study by X-ray diffraction for large samples set were conducted.

**Keywords:** nonideal heterojunction, image sensor, phase composition, XRD



## ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА СЛОЕВ СЕНСОРНОЙ СТРУКТУРЫ CdS-Cu<sub>x</sub>S

*В. А. Борщак, В. А. Смынтина, Е. В. Бритаевский*

**Аннотация.** Проведен комплекс исследований, направленных на выяснение отклонений от стехиометрии соединения Cu<sub>x</sub>S при формировании и с последующим течением времени для установления особенностей изменения химического состава компонентов гетероперехода. Учитывая, что вопрос о связи степени и распределения стехиометрии в слое сульфида меди с оптоэлектрическими свойствами гетероструктуры является открытым, информативным и чрезвычайно важным для практического внедрения разработанного сенсора, для большой выборки образцов были проведены электрохимический анализ и исследования методом рентгеновской дифрактометрии.

**Ключевые слова:** неидеальный гетеропереход, сенсор изображений, фазовый состав, рентгеноструктурный анализ

## SENSORS AND INFORMATION SYSTEMS

---

## СЕНСОРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

---

---

УДК 536.37

### ТЕРМОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ ВІДЕОКАМЕРИ З ПЗЗ-МАТРИЦЕЮ

*О. М. Маркіна<sup>1</sup>, В. І. Дунаєвський<sup>2</sup>, В. П. Маслов<sup>2</sup>, Н. В. Качур<sup>2</sup>*

1. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Україна, м. Київ, пр. Перемоги, 37, 03056, тел. +38(044) 406-85-03, e-mail: o.n.markina@gmail.com
2. Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Україна, 03028, Київ, пр. Науки, 41, тел. +38(044) 525-58-30, e-mail: vladmaslov@mail.ru, natalykachur@gmail.com

### ТЕРМОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНОЇ ВІДЕОКАМЕРИ З ПЗЗ-МАТРИЦЕЮ

*О. М. Маркіна, В. І. Дунаєвський, В. П. Маслов, Н. В. Качур*

**Анотація.** В статті наведено результати термографічного дослідження в робочому режимі телевізійної камери Novus - 130 ВН. Виявлені джерела теплових випромінювань: ПЗЗ-матриця, мікропроцесори та електронні плати камери. Для підвищення точності вимірювання за допомогою телевізійної вимірювальної системи з відеокамерою, запропоновано застосовувати її охолодження. Запропоновано проводити охолодження камери з використанням вентиляційних отворів та вентиляторів або застосуванням термоелектричних елементів Пельт'є в місцях найбільшого нагріву.

**Ключові слова:** термографія, телевізійна камера, ПЗЗ–матриця, телевізійна вимірювальна система.

### THERMOGRAPHIC STUDY TELEVISION CAMERA WITH CCD MATRIX

*O. Markina, V. Dunaevsky, V. Maslov, N. Kachur*

**Abstract.** The article presents the results of an infrared study television camera Novus - 130 BH on the operating mode. Identified sources of thermal radiation are: CCD, microprocessors and electronic

board of camera. Using cooling of video camera is proposed to improve the accuracy of measurement using a television measuring system with a video camera. Using of the cooling chamber with vents and fans, or the use of thermoelectric Peltier elements in areas of maximum heating is proposed.

**Keywords:** thermography, a television camera, CCD, TV measurement system.

## **ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ВИДЕОКАМЕРЫ С ПЗС МАТРИЦЕЙ**

*О. М. Маркина, В. И. Дунаевский, В. П. Маслов, Н. В. Качур*

**Аннотация.** В статье приведены результаты термографического исследования в рабочем режиме телевизионной камеры Novus - 130 ВН. Выявленные источники тепловых излучений: ПЗС-матрица, микропроцессоры и электронные платы камеры. Для повышения точности измерения с помощью телевизионной измерительной системы с видеокамерой, предложено применять ее охлаждение. Предложено проводить охлаждение камеры с использованием вентиляционных отверстий и вентиляторов или применением термоэлектрических элементов Пельтье в местах наибольшего нагрева.

**Ключевые слова:** термография, телевизионная камера, ПЗС-матрица, телевизионная измерительная система.



## ДО 80 – ЛІТТЯ СТАХІРИ ЙОСИПА МИХАЙЛОВИЧА

Доктору фізико-математичних наук, професору, лауреату Державної премії в галузі науки і техніки, завідувачу кафедрою і заслуженому професору Львівського національного університету ім. І. Франка 9 грудня 2014 року виповнюється 80 років

**Стахіра Йосип Михайлович** – знаний український вчений - фізик і педагог народився 9 грудня 1934 року в селі Нирків Заліщицького району Тернопільської області. У 1958 році закінчив фізико-математичний факультет Чернівецького університету. Наукову роботу Йосип Михайлович розпочав на посаді старшого лаборанта кафедри напівпровідників Чернівецького університету у 1958 р. У 1966 р. після закінчення аспірантури Чернівецького університету захистив дисертацію кандидата фізико-математичних наук, а у 1985 р. вже у Львівському державному університеті ім. І. Франка - доктора фізико-математичних наук. У період 1964-68 рр. – Йосип Михайлович завідував кафедрою фізики Чернівецького медичного інституту. З 1968 р. наукова діяльність Й.М. Стахіри пов'язана з Львівським університетом. 1970-78 р. – доцент кафедри

загальної фізики, з 1980 – доцент кафедри фізики напівпровідників, а з 1987 року завідувач цієї кафедри. З 1995 р. по 2002 р. працював деканом фізичного факультету.

Стахіра Йосип Михайлович започаткував у Львівському національному університеті імені Івана Франка новий напрям наукових досліджень – напівпровідникові властивості шаруватих кристалів і протягом сорокарічної наукової і педагогічної діяльності займається вивченням фізичних властивостей шаруватих напівпровідників та кореляції міжшарової взаємодії з електронними властивостями. Й.М. Стахіра зробив вагомий науковий внесок у розвиток вітчизняної фізичної науки в галузі фізики напівпровідників. Під його науковим керівництвом виконана велика кількість держбюджетних та госпдоговірних тем. Велику увагу він приділяє практичному застосуванню наукових ідей і розробок. Створені ним і під його керівництвом численні наукові розробки були впроваджені у виробництво. Має низку винаходів з технології одержання монокристалів шаруватих напівпровідників і їхнього практичного застосування.

До найбільш важливих результатів в цьому плані можна віднести наступні:

Розроблено нову експериментальну методику дослідження ролі ефектів шаруватості в динаміці ґратки та електронних властивостях напівпровідникових матеріалів, яка ґрунтується на явищах спільної дії одновісної деформації і світла з області спектру міжзонного поглинання. Виявлено і досліджено новий кінетичний ефект –  $p'$ езофотопровідність.

Розроблено технологію вирощування монокристалічних сполук типу  $A^{III}B^{VI}$  методом Чохральського, в тому числі матеріалів, які утворюються по перитектичній реакції. На основі методу Чохральського запропонований спосіб одержання інтеркальованих систем металосполука -  $A^{III}B^{VI}$ .

Вивчені особливості електронних властивостей кристалів типу  $A^{III}B^{VI}$ , які породжені шаруватою структурою. Зокрема встановлено, що в нормальних умовах ці матеріали перебувають у стані динамічного розпорядкування. Розроблена теорія виникнення нелінійних хвиль в динаміці ґратки цих матеріалів. Виявлено ефект “тримеризації” фізичних влас-

тивостей шаруватих напівпровідників, який може бути викликаний одновісним тиском, корпускулярним опроміненням або інтеркалюванням.

З'ясована роль міжшарової взаємодії в механічних, структурних, оптичних, фотоелектричних та електричних властивостях сполук  $A^{III}B^{VI}$ .

У доробку професора Стахіри Й. М. понад 200 наукових та науково-методичних праць, патентів на винаходи. В 2001 році за досліджені нові фізичні ефекти в сильно анізотропних напівпровідниках і прилади на їхній основі Стахіри Й. М. була присвоєна Державна премія України в галузі науки і техніки.

У педагогічній роботі основна увага професора Стахіри Й. М. зосереджена на високій якості навчального процесу, його нерозривному зв'язку з науковою тематикою кафедри та потребами регіону. Під його керівництвом захищено 3 докторських дисертацій і 10 кандидатських дисертацій.

Стахіра Й. М. є заступником редактора авторитетного науково-технічного "Журналу фізичних досліджень", членом редколегії науково-технічного журналу "Сенсорна електроніка та мікросистемні технології", "Вісник ЛНУ, серія фізична". Він є ініціатором і організатором проведення багатьох міжнародних та українських науково-технічних конференцій з фізики напівпровідників.

Проте не тільки наукові дослідження і розробки знаходяться у сфері постійного інтересу

та уваги професора Стахіри Й. М., він проводить активну науково-організаційну та просвітницьку діяльність. Він є членом Наукового товариства імені Т.Г.Шевченка, членом експертної ради ВАК України з фізики, членом Наукової ради НАН України з проблеми «Фізика напівпровідників і діелектриків», членом Наукової ради Міністерства освіти та науки України за напрямом "Загальна фізика", заступником голови спеціалізованої Вченої ради по захисту кандидатських та докторських дисертацій, був віце-президентом Українського фізичного товариства. Будучи деканом фізичного факультету, Йосип Михайлович ініціював створення на факультеті кафедр астрономії та електроніки, відкриття факультету електроніки у Львівському національному університеті імені Івана Франка.

Йосип Михайлович тісно і плідно співпрацює з нашим університетом, зокрема з Міжвідомчим науково-навчальним фізико-технічним центром МОН і НАН України при ОНУ імені І.І. Мечникова, а також будучи членом редколегії нашого журналу, і у якості члена Програмних комітетів Міжнародних науково-технічних конференцій, які проводилися на базі нашого університету.

То ж у День Вашого Ювілею, шановний Йосипе Михайловичу, вітаємо Вас і зичимо Вам доброго здоров'я, щастя, наснаги, творчого довголіття і нових наукових звершень!

*Редколегія журналу*

## ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛ

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 нанотехнології (MST, LIGA-технологія 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 актуальність 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 CD. 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: 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.

4. На статті авторів з України мають бути експертні висновки про можливість відкритого друку.

### **Рукописи надсилати за адресою:**

Лепіх Ярослав Ілліч, Заст. гол. редактора,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, МННФТЦ (НДЛ-3),  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна.  
**Телефон / факс** +38(048) 723-34-61,  
**E-mail:** semst-journal@onu.edu.ua,  
**http://www.semst.onu.edu.ua**

*Здійснюється анонімне рецензування рукописів статей.*

## **Правила підготовки рукопису:**

Рукописи повинні супроводжуватися офіційним листом, підписаним керівником установи, де була виконана робота. Це правило не стосується робіт представлених авторами із закордону чи 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).

3. Прізвище (-а) автора(-ів) (по центру, шрифт 12pt).

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

5. Анотація: до 1000 символів.

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

П.п. 2,3,4,5,6 послідовно викласти українською, англійською і російською мовами.

Для авторів з закордону, які не володіють українською або російською мовами, пп. 2-5 викладаються англійською мовою.

7. До кожного примірника статті додаються реферати українською / російською (в залежності від мови оригіналу статті), та англійською мовами (кожен реферат на окремому аркуші). Особливу увагу слід приділяти написанню резюме статті англійською мовою. Для цього доцільно користуватися послугами кваліфікованих спеціалістів-лінгвістів з подальшим науковим редагуванням тексту автором(-ами). Перед словом «реферат» необхідно написати повну назву статті відповідною мовою, УДК, прізвища та ініціали авторів, назви установ. Реферат обсягом 200-250 слів має бути структурованим: мета (чітко сформульована), методи дослідження, результати дослідження (стисло),

узагальнення або висновки. Після тексту реферату з абзацу розміщуються ключові слова.

8. Текст статті 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).

9. У кінці тексту статті указати прізвища, імена та по батькові усіх авторів, поштову адресу, телефон, факс, e-mail (для кореспонденції).

10. Список літератури повинен бути надрукований через 1,5 інтервали, з літературою, пронумерованою в порядку її появи в тексті. Бібліографія друкується лише латиницею (кирилиця подається в транслітерації). Порядок оформлення літератури повинен відповідати вимогам ВАК України, наприклад:

[1]. I.M. Cidilkov skii. *Elektrony i dytki v poluprovodnikah*. Nauka, M. 450 s. (1972).

[2]. J.A. Hall. *Imaging tubes*. Chap. 14 in *The Infrared Handbook*, Eds. W.W. Wolfe, G.J. Zissis, pp. 132-176, ERIM, Ann Arbor, MI (1978).

[3]. N. Blutzer, A.S. Jensen. *Current readout of infrared detectors // Opt. Eng.*, 26(3), pp. 241-248 (1987).

11. Підписи до рисунків і таблиць повинні бути надруковані в рукописі з двома пробілами після списку літератури. Виносок, якщо можливо, бажано уникати.

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 пронуме-

---

ровані 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 зворотної 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.

12. Стаття має бути підписана автором (усіма авторами) з зазначенням дати на останній сторінці.

Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, особливо за правильну наукову термінологію (її слід звіряти за фаховими термінологічними словниками).

13. Датою надходження статті вважається день, коли до редколегії надійшов остаточний варіант статті після рецензування.

Після одержання коректури статті автор повинен виправити лише помилки (чітко, синьою або чорною ручкою неправильно закреслити, а поряд з цим на полі написати правильний варіант) і терміново відіслати статтю на адресу редколегії електронною поштою.

Підпис автора у кінці статті означає, що автор передає права на видання своєї статті редакції. Автор гарантує, що стаття оригінальна; ні стаття, ні рисунки до неї не були опубліковані в інших виданнях.

Відхилені статті не повертаються.



---

# INFORMATION FOR AUTHORS

## THE REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION

Journal «Sensor Electronics and Microsystems Technologies» publishes articles, brief messages, letters to Editors, and 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, 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 et al.)
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 text presentation clearness and accuracy. In the submitted manuscript the actuality of problem should be reflected, the purpose of the work should be formulated. It must contain an original part and conclu-

sions providing the received results essence and their novelty understanding. The authors should avoid the new terms and narrowprofile jargon phrase unreasonable introduction.

Journal Edition asks authors at a direction of articles in a print to be guided by the following 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 CD. 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: 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.

4. For articles of authors from Ukraine there should be expert conclusions about an opportunity of an open print.

### **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,

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

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

*Manuscripts of articles anonymous reviewing is carried out*

---

### **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 rule does not apply to papers submitted by authors from abroad or international groups of authors.

Copyright transfer to the Publisher.

Title Page:

1. PACS and Universal Decimal Classification code (for authors from CIS) in the top left corner. 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, phone and fax numbers, e-mail addresses (if available) for each author below, in one space (central, normal face, 12pt).

5. Abstract: up to 1000 characters.

6. 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.

Items 2,3,4,5,6 must be presented in series in Ukrainian, English and Russian languages.

For authors from abroad which do not know Ukrainian or Russian languages, items 2-5 may be present only in English.

7. To each copy of the article abstracts in Ukrainian / Russian (depending on language of the original all authors of article), and the English language are applied (each abstract on a separate sheet). The special attention should be given to the writing of the article summary in English. For this purpose it is expedient to use the qualified experts - linguists with the further scientific editing the text by the author (-s). Before the word "abstract" it is necessary to write the full article name by the appropriate language, UDC, surnames and the initials of the authors, names of affiliated institutions. The abstract in volume of 200-250 words must be structured: the purpose (precisely formulated),

research methods and results (shortly), generalizations or conclusions. After the text of the abstract from the item key words are placed.

8. Article 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).

9. At the article text end one must indicate surnames, names and patronymics of all authors, the mail address, the phone, a fax, e-mail (for the correspondence).

10. List of references should be 1,5-spaced, with references numbered in order of their appearance in the text. The bibliography is printed only by the roman type (cyrillics represents in transliteration).

The literature registration order should conform to DAS of Ukraine requirements, for example:

[1]. I.M. Cidilkov skii. *Elektrony i dyrki v poluprovodnikah*. Nauka, M. 450 s. (1972).

[2]. J.A. Hall. *Imaging tubes*. Chap. 14 in *The Infrared Handbook*, Eds. W.W. Wolfe, G.J. Zissis, pp. 132-176, ERIM, Ann Arbor, MI (1978).

[3]. N. Blutzer, A.S. Jensen. *Current readout of infrared detectors // Opt. Eng.*, 26(3), pp. 241-248 (1987).

11. Figures and tables captions should be printed in the manuscript double-spaced after the list of references. Footnotes should be avoided if possible.

Only high-quality pictures can be accepted. Inscriptions and symbols should be printed inside picture. Negatives, and slides are not accepted.

Each figure should be printed on a separate page 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.

12. The article must be signed by author (all authors) with the date indication on the last page.

Authors bear full responsibility for irreproachable language make out of the text, especially for a correct scientific terminology (it should be verified

under terminological dictionaries of the appropriate speciality).

13. The date of article acceptance is that one when the final variant comes to the publisher after a prepublication review.

After obtaining the proof sheet the author should correct mistakes (clearly cancel incorrect variant with blue or black ink and put the correct variant on border) and send urgently the revised variant to the editor by e-mail.

Author's signature at the article end vouches that author grants a copyright to the publisher. Author vouches that the work has not been published elsewhere, either completely, or in part and has not been submitted to another journal.

Not accepted manuscripts will not be returned.



---

Комп'ютерне верстання – О. І. Карлічук

Підп. до друку 26.12..2014. Формат 60×84/8.

Ум.-друк. арк. 13,72. Тираж 300 пр.

Зам. № \_\_\_\_.

**Видавець і виготовлювач**

**Одеський національний університет імені І. І. Мечникова**

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12

Тел.: (048) 723 28 39