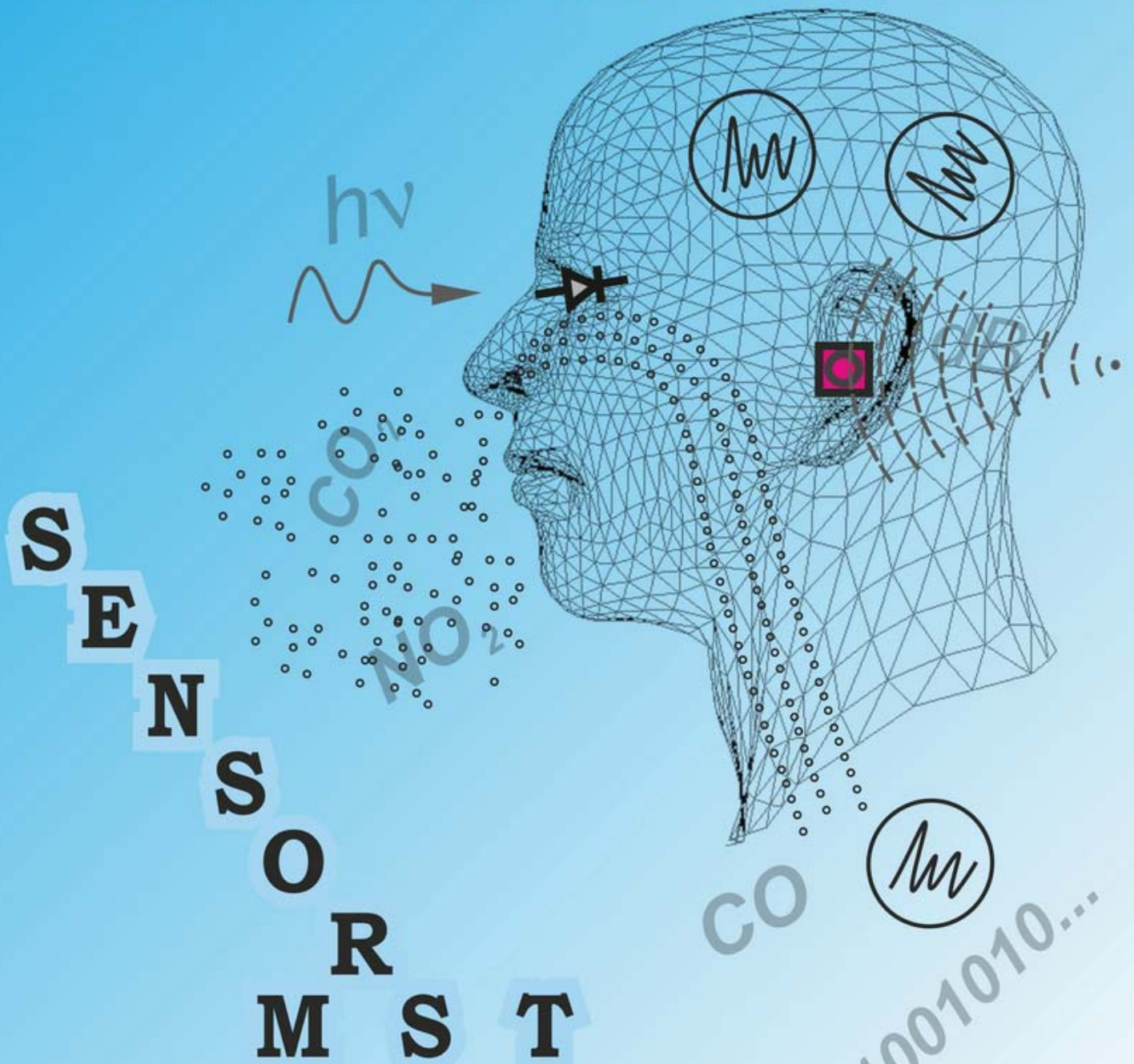


# СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА

І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ



2012 - Т.3(9), №2

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

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

# SENSOR ELECTRONICS AND MICROSYSTEM TECHNOLOGIES 2012 — Vol. 3 (9), № 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 sciences

The Journal is reviewed by RJ “Dжерело”  
and RJ ICSTI (Russia)

Publishes on the resolution of Odessa  
I. I. Mechnikov National University  
*Scientific Council. Transaction № 10,  
June, 26, 2012*

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

# СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ 2012 — Т. 3 (9), № 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 наук

Журнал реферується РЖ “Джерело”  
і ВІНІТІ (Росія)

Видається за рішенням Вченої ради Одеського  
національного університету  
імені І. І. Мечникова  
*Протокол № 10 від 26 червня 2012 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)  
**Lenkov S. V.** — (Kiev, Ukraine)  
**Machulin V. F.** — (Kiev, 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)  
**Chaudhri A.** — (Chandigarh, India)

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)  
**Джафрезік 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)  
**Ленков С. В.** — (Київ, Україна)  
**Мачулін В. Ф.** — (Київ, 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)  
**Чаудхрі А.** — (Чандігар, Індія)

**ЗМІСТ****CONTENTS****Проектування і математичне моделювання сенсорів****Sensors design and mathematical modeling***M.V. Tyhanskyi, R.R. Krysko*

MATHEMATICAL MODELING OF COMMUTATION IN A LOGIC “OR” BASED ON JOSEPHSON CRYOTRON.....5

*M.B. Тиханський, Р.Р. Крисько*

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЛОГІКИ “АБО” НА ОСНОВІ ДЖОЗЕФСОНІВСЬКИХ КРИОТРОНІВ

**Сенсори фізичних величин****Physical sensors***L.B. Lishchinskaya, Y.S. Rozhkova, M.A. Filinyuk*

INDUCTIVELY-RESISTIVE GENERATOR SENSOR.....12

*Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова, М. А. Філінюк*

ІНДУКТИВНО-РЕЗИСТИВНИЙ ГЕНЕРАТОРНИЙ ДАТЧИК

**Оптичні, оптоелектронні і радіаційні сенсори****Optical, optoelectronic and radiation sensors***I.I. Sakalosh, Y.P. Sharkan, G.T. Horvat, V.M. Rizass*

GRADIENT WAVEGUIDES WITH A GIVEN PROFILE OF REFRACTIVE INDEX ON THE BASIS OF CHALCOGENIDE GLASSY SEMICONDUCTORS FOR MID-INFRARED BAND.....19

*I.I. Сакалош, Й.П. Шаркань, Г.Т. Горват, В.М. Різасс*

ГРАДІЄНТНІ ХВИЛЕВОДИ ІЗ ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ НА ОСНОВІ ХАЛЬКОГЕНІДНИХ СКЛОПОДІБНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ДЛЯ СЕРЕДНЬОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ

*O. V. Sviridova*

THE ANALYSIS OF TEMPERATURE DEPENDENCES OF PHOTOCURRENT

AMPLIFICATION FACTOR AND OF QUANTUM EFFICIENCY OF SILICON P-I-N-PHOTODETECTORS, INTENDED FOR RADIATION REGISTRATION IN INFRA-RED AREA OF SPECTRUM, SPENT FOR VARIOUS DENSITY OF DISLOCATIONS IN DEVICES.....25

*O. B. Свиридова*

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОЕФФІЦІЄНТА УСИЛЕНИЯ ФОТОТОКА И КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ P-I-N-ФОТОПРИЕМНИКОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА, ПРОВЕДЕННЫЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ДИСЛОКАЦИЙ В ПРИБОРАХ

*V.A.Smyntyna, V.M.Skobeeva, N.V.Malushin, D.A.Struc*

INFLUENCE OF THE IMPURITY OF MANGANESE ON LUMINESCENCE CADMIUM SULFIDE NANOCRYSTALS....34

*В.А. Смынтына, В.М. Скобеева, Н.В. Малушин, Д.А. Струц*

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ МАРГАНЦА НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НАНОКРИСТАЛЛОВ CdS

**Хімічні сенсори****Chemical sensors***G. Ya. Kolbasov, V. S. Vorobets, L.V. Blinkova, S.V. Karpenko, S.Ya. Oblovatna*  
ELECTRODES BASED ON TiO<sub>2</sub> NANOTUBES FOR ELECTROCHEMICAL SENSOR OF DISSOLVED OXYGEN.....39*Г. Я. Колбасов, В.С. Воробець, Л.В. Блінкова, С.В. Карпенко, С.Я. Обловатна*ЕЛЕКТРОДИ НА ОСНОВІ НАНОТРУБОК TiO<sub>2</sub> ДЛЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СЕНСОРА РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ**Біосенсори****Biosensors***D.M. Artemenko, J.S. Kolesnik, V. O. Romanov, V. S. Fedak*

CHLOROPHYLL-SENSOR OF FIELD DEVICES.....43

*Д. М. Артеменко, Ю. С. Колесник,  
В. О. Романов, В. С. Федак*  
ХЛОРОФІЛ-СЕНСОРИ ПОЛЬОВИХ  
ПРИЛАДІВ

**Наносенсори (фізика, матеріали, технологія)  
Nanosensors (physics, materials, technology)**

*A.A. Druzhinin, I.P. Ostrovskii,  
Yu.M. Khoverko, R.M. Koretskyu*  
IMPEDANCE SPECTROSCOPY OF  
SILICON WHISKERS.....50

*A. O. Дружинін, І. П. Островський,  
Ю. М. Ховерко, Р. М. Корецький*  
ІМПЕДАНС-СПЕКТРОСКОПІЯ  
НИТКОПОДІБНИХ КРИСТАЛІВ  
КРЕМНІЮ

**Матеріали для сенсорів  
Sensor materials**

*Sh.D. Kurtashev, Ya.I. Lepikh,  
T.I. Lavrenova, T.N. Bugaeva*  
DEPENDENCE OF ELECTROPHYSICS  
PARAMETERS OF NANODISPERSIBLE  
COMPOSITS “glass - RuO<sub>2</sub>” FROM  
THE SIZES OF AGGLOMERATES OF  
PARTICLES OF CURRENT-CARRYING  
PHASE.....56

*Ш. Д. Курмашев, Я. И. Лепих,  
Т. И. Лавренова, Т. Н. Бугаева*  
ЗАВИСИМОСТЬ  
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ НАНОДИСПЕРСНЫХ  
КОМПОЗИТОВ “стекло – RuO<sub>2</sub>” ОТ  
РАЗМЕРОВ АГЛОМЕРАТОВ ЧАСТИЦ  
ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ФАЗЫ

*V.V. Khomyak*  
SRUCTUAL AND OPTICAL PROPERTIES  
OF Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> THIN FILMS.....61

*В. В. Хомяк*  
СТРУКТУРНІ Й ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ  
ТОНКИХ ПЛІВОК Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub>

*S.V. Luniov, P.F. Nazarchuk,  
L.I. Panasuik, O.V. Burban*  
INFLUENCE OF INVERSION OF  
ABSOLUTE MINIMUM ( $L_1 - \Delta_1$ )-  
TYPE ON THE SCREENING  
EFFECT IN  $n - Ge$ .....69

*С. В. Луньов, П. Ф. Назарчук,  
Л. І. Панасюк, О. В. Бурбан*  
ВПЛИВ ІНВЕРСІЇ ( $L_1 - \Delta_1$ ) ТИПУ  
АБСОЛЮТНОГО МІНІМУМУ В  
 $n - Ge$  НА ЕФЕКТ ЕКРАНУВАННЯ

**Мікросистемні та нанотехнології (MST,  
LIGA-технологія, актуатори та ін)  
Microsystem and nanotechnologies (MST,  
LIGA-technologies, actuators)**

*O.M. Makhanets, V.I. Gutsul, N.R. Tsiupak*  
EXCITON SPECTRUM OF HEXAGON  
NANOTUBE AS NANOSENSOR  
ELEMENT.....74

*O.M. Маханець, В. І. Гуцул, Н. Р. Цюпак*  
ЕКСИТОННИЙ СПЕКТР  
ШЕСТИГРАННОЇ НАНОТРУБКИ, ЯК  
НАНОСЕНСОРНОГО ЕЛЕМЕНТА

**Деградація, метрологія і  
сертифікація сенсорів  
Sensor's degradation, metrology  
and certification**

*O.V. Linyucheva, A.I. Buket, A.V. Bludenko,  
A.N. Vashchenko*  
PREDICTION OF CORROSION  
INFLUENCE ON AMPEROMETRIC  
SENSORS CHARACTERISTICS.....83

*O.V. Линючева, А. И. Букет,  
А. В. Блуденко, А. Н. Ващенко*  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
КОРРОЗИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ  
АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

**Вимоги до оформлення статей.....89**

**Information for contributors.  
The requirements on papers preparation.....91**

---

## ПРОЕКТУВАННЯ І МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕНСОРИВ

---

### SENSORS DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING

---

---

УДК 621.382.323

#### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЛОГІКИ “АБО” НА ОСНОВІ ДЖОЗЕФСОНІВСЬКИХ КРІОТРОНІВ

*М.В. Тиханський, Р.Р. Крисько*

*Національний Університет “Львівська політехніка”, 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, тел. 38-032  
2582140, факс: 38-032 2582140, Україна, E-mail: rostyslawk@rambler.ru*

#### МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЛОГІКИ “АБО” НА ОСНОВІ ДЖОЗЕФСОНІВСЬКИХ КРІОТРОНІВ

*М.В. Тиханський, Р.Р. Крисько*

**Анотація.** В роботі розглянуто можливість створення елементів цифрової логіки з використанням джозефсонівських кріотронів. Описано принцип роботи цифрових логічних елементів “АБО”, створених на основі джозефсонівських тунельних переходів «надпровідник – ізолятор – надпровідник». Створено математичну модель процесів комутації в таких логічних елементах, визначено основні параметри такої моделі та розраховано перехідні характеристики елемента “АБО” під час зміни їх логічного стану. Показано, що можна реалізувати логічні елементи “АБО” на основі джозефсонівських кріотронів, здійснювати керування їх логічним станом за допомогою вхідних сигналів у вигляді імпульсів струму. Такі логічні елементи задовольняють всі вимоги до елементів логіки “АБО” і можуть стабільно працювати з характерним часом комутації 2 – 3 пс.

**Ключові слова:** логічний елемент, джозефсонівський кріотрон, перехід-на характеристика, перехідний процес, процес комутації

#### MATHEMATICAL MODELING OF COMMUTATION IN A LOGIC “OR” BASED ON JOSEPHSON CRYOTRON

*M.V. Tyhanskyi, R.R. Krysko*

**Abstract.** The paper considers the possibility of creating elements of digital logic using Josephson cryotrons. We describe the principle of digital logic elements “OR”, based on tunnel junctions “superconductor - insulator - superconductor.” It was made a mathematical model of the commutation processes in the logical elements, defined the basic parameters of this model and transition characteristics calculated while changing the logic state. It is shown that one can implement logic elements “OR” based on the Josephson cryotrons, manage the control of their logical state with the help of guided input signals in the form of current pulses. Such logic elements satisfy all the requirements for logical elements “OR” and can stably work with the commutation time time 2 - 3 ps.

**Keywords:** logical element, Josephson cryotron, the transition characteristics, transition process, process of commutation

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОММУТАЦИИ В ЭЛЕМЕНТАХ ЛОГИКИ «ИЛИ» НА ОСНОВЕ ДЖОЗЕФСОНОВСКИХ КРИОТРОНОВ

*М.В. Тиханський, Р.Р. Крисько*

**Аннотация.** В работе рассмотрена возможность создания элементов цифровой логики с использованием джозефсоновских криотронов. Описан принцип работы цифровых логических элементов «ИЛИ», созданных на основе туннельных переходов «сверхпроводник - изолятор - сверхпроводник». Создана математическая модель процессов коммутации в таких логических элементах, определены основные параметры такой модели и рассчитаны переходные характеристики элемента «ИЛИ» при изменении логического состояния. Показано, что можно реализовать логические элементы «ИЛИ» на основе джозефсоновских криотронов, осуществлять управление их логическим состоянием с помощью управляющих входных сигналов в виде импульсов тока. Такие логические элементы удовлетворяют все требования к элементам логики «ИЛИ» и могут стабильно работать с характерным временем коммутации 2 - 3 пс.

**Ключевые слова:** логический элемент, джозефсоновский криотрон, переходная характеристика, переходный процесс, процесс коммутации

## СЕНСОРИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

## PHYSICAL SENSORS

---

---

УДК 621.374

### ІНДУКТИВНО–РЕЗИСТИВНИЙ ГЕНЕРАТОРНИЙ ДАТЧИК

*Л. Б. Ліщинська<sup>1</sup>, Я. С. Рожкова<sup>2</sup>, М. А. Філінюк<sup>3</sup>*

Вінницький національний технічний університет,  
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна

<sup>1</sup>L\_Fil1@mail.ru, <sup>2</sup>Rozhkova.yana@gmail.com, <sup>3</sup>N\_Fil\_45@mail.ru

### ІНДУКТИВНО-РЕЗИСТИВНИЙ ГЕНЕРАТОРНИЙ ДАТЧИК

*Л. Б. Ліщинська, Я. С. Рожкова, М. А. Філінюк*

**Анотація.** В статті розроблено математичну модель двохпараметричного індуктивно-резистивного генераторного датчика, досліджено його основні параметри в залежності від параметрів компонентів. На основі проведених досліджень визначено оптимальні значення параметрів, що забезпечують максимальну чутливість пристрою.

**Ключові слова:** Іммітанс, узагальнений перетворювач імітансу (УПІ), польовий транзистор, датчик

### INDUCTIVELY-RESISTIVE GENERATOR SENSOR

*L.B. Lishchinskaya, Y.S. Rozhkova, M.A. Filinyuk*

**Abstract.** In this article, a mathematical model of a two-parameter inductively-resistive generating sensor, its basic parameters and the parameters of components in a certain range of frequencies were investigated. The results of the research gave an opportunity to find optimal values parameters, which help to make functionality of the sensor the most effective.

**Keywords:** Immitance, generalized immitance convertor (GCI), field transistor, sensor

### ИНДУКТИВНО-РЕЗИСТИВНЫЙ ГЕНЕРАТОРНИЙ ДАТЧИК

*Л. Б. Лищинская, Я. С. Рожкова, Н. А. Филинук*

**Аннотация.** В статье разработана математическая модель двухпараметрического индуктивно-резистивного генераторного датчика, исследованы его основные параметры в зависимости от параметров компонентов. На основе проведённых исследований определены оптимальные значения параметров, которые обеспечивают максимальную чувствительность прибора.

**Ключевые слова:** Иммитанс, обобщённый преобразователь иммитанса (ОПИ), полевой транзистор, датчик



ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ  
OPTICAL, OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

UDC 621.372.8, 54-161  
PACS NUMBER: 42.82.-M

**ГРАДІЄНТНІ ХВИЛЕВОДИ ІЗ ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ  
ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ НА ОСНОВІ ХАЛЬКОГЕНІДНИХ  
СКЛОПОДІБНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ДЛЯ СЕРЕДНЬОГО  
ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ**

*І.І. Сакалош, Й.П. Шаркань, Г.Т. Горват, В.М. Різак*

*Ужгородський національний університет  
вул. Підгірна, 46, 88000, Ужгород, Україна  
e-mail: [shark@univ.uzhgorod.ua](mailto:shark@univ.uzhgorod.ua)*

**ГРАДІЄНТНІ ХВИЛЕВОДИ ІЗ ЗАДАНИМ ПРОФІЛЕМ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ НА  
ОСНОВІ ХАЛЬКОГЕНІДНИХ СКЛОПОДІБНИХ НАПІВПРОВІДНИКІВ ДЛЯ СЕРЕДНЬОГО  
ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ**

*І.І. Сакалош, Й.П. Шаркань, Г.Т. Горват, В.М. Різак*

**Анотація.** Проведено розрахунок основних параметрів одномодових планарних інтегрально-оптичних хвилеводів на основі селенідних і телуридних матеріалів для середнього інфрачервоного діапазону ( $\lambda = 5-20$  мкм), а також розподілу електричної складової поля та коефіцієнтів локалізації мод в планарних інтегрально-оптичних структурах з однорідним, еспоненційним та параболічним профілем показника заломлення хвилеводного шару. Показано, що використання в якості хвилеводного шару градієнтної плівки ХСН із заданим профілем показника заломлення забезпечує можливість регулювати хвилеводні параметри планарного інтегрально-оптичного хвилевода в досить широкому діапазоні.

**Ключові слова:** хвилеводи, градієнтний шар, халькогенідні склоподібні напівпровідники, профіль показника заломлення

**GRADIENT WAVEGUIDES WITH A GIVEN PROFILE OF REFRACTIVE INDEX ON THE BASIS  
OF CHALCOGENIDE GLASSY SEMICONDUCTORS FOR MID-IR INFRARED BAND**

*І.І. Sakalosh, Y.P. Sharkan, G.T. Horvat, V.M. Rizak*

**Abstract.** The calculation of basic parameters of single-mode planar integrated-optical waveguides based on selenide and telluride materials for the mid-infrared band ( $\lambda = 5-20 \mu\text{m}$ ) as well as distribution of electric field component and coefficients of mode localization in planar integrated-optical structures with homogeneous, exponential and parabolic profile of refractive index of waveguide layer was carried out. It was shown that using the gradient CGS film as a waveguide layer with the given refractive index profile enables to adjust the waveguide parameters of a planar integral-optical waveguide in a wide range.

**Keywords:** waveguides, gradient layer, chalcogenide glassy semiconductors, profile of refractive index

**ГРАДИЕНТНЫЕ ВОЛНОВОДЫ С ЗАДАННЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ НА  
ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ  
ДЛЯ СРЕДНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА**

*И.И. Сакалош, И.П. Шаркань, Г.Т. Горват, В.М. Ризак*

**Аннотация.** Проведен расчет основных параметров одномодовых планарных интегрально-оптических волноводов на основе селенидных и теллуридных материалов для среднего инфракрасного диапазона ( $\lambda = 5-20$  мкм), а также распределения электрической составляющей поля и коэффициентов локализации мод в планарных интегрально-оптических структурах с однородным, экспоненциальным и параболическим профилем показателя преломления волноводного слоя. Показано, что использование в качестве волноводного слоя градиентной пленки ХСП с заданным профилем показателя преломления обеспечивает возможность регулировать волноводные параметры планарного интегрально-оптического волновода в достаточно широком диапазоне.

**Ключевые слова:** волноводы, градиентный слой, халькогенидные стеклообразные полупроводники, профиль показателя преломления.

---

ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ  
OPTICAL, OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

---

---

УДК 537.311.33

**АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ  
КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ФОТОТОКА И КВАНТОВОЙ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ P-I-N-ФОТОПРИЕМНИКОВ,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ В  
ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА, ПРОВЕДЕННЫЙ ДЛЯ  
РАЗЛИЧНЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ДИСЛОКАЦИЙ В ПРИБОРАХ**

*О. В. Свиридова*

*Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082,  
Украина; e-mail: sviridova@onu.edu.ua*

**АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ  
ФОТОТОКА И КВАНТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ  
P-I-N-ФОТОПРИЕМНИКОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ  
В ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА, ПРОВЕДЕННЫЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
ПЛОТНОСТЕЙ ДИСЛОКАЦИЙ В ПРИБОРАХ**

*О. В. Свиридова*

**Аннотация.** В работе построены температурные зависимости коэффициента усиления фототока и квантовой эффективности инфракрасных кремниевых p-i-n-фотоприемников для разной поверхностной плотности дислокаций; установлены механизмы изменения формы температурной зависимости коэффициента усиления фототока и квантовой эффективности инфракрасных кремниевых p-i-n-фотоприемников при увеличении поверхностной плотности дислокаций.

**Ключевые слова:** дислокации, коэффициент усиления фототока, квантовая эффективность, p-i-n-фотоприемники

**АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ КОЕФІЦІЕНТА ПОСИЛЕННЯ ФОТОСТРУМУ  
І КВАНТОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КРЕМНІЄВИХ P-I-N-ФОТОПРИЙМАЧІВ,  
ВИГОТОВЛЕНИХ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ВИПРОМІНЕННЯ В ІНФРАЧЕРВОНІЙ ОБЛАСТІ  
СПЕКТРУ, ПРОВЕДЕНИЙ ДЛЯ РІЗНИХ ГУСТИН ДИСЛОКАЦІЙ У ПРИЛАДАХ**

*О. В. Свиридова*

**Анотация.** В работе построены температурные зависимости коэффициента усиления фототока и квантовой эффективности инфракрасных кремниевых p-i-n-фотоприемников для разной плотности дислокаций; установлены механизмы изменения формы температурной зависимости коэффициента усиления фототока и квантовой эффективности инфракрасных кремниевых p-i-n-фотоприемников при увеличении плотности дислокаций.

**Ключевые слова:** дислокации, коэффициент усиления фототока, квантовая эффективность, p-i-n-фотоприемники

**THE ANALYSIS OF TEMPERATURE DEPENDENCES OF PHOTOCURRENT AMPLIFICATION FACTOR AND OF QUANTUM EFFICIENCY OF SILICON P-I-N-PHOTODETECTORS, INTENDED FOR RADIATION REGISTRATION IN INFRA-RED AREA OF SPECTRUM, SPENT FOR VARIOUS DENSITY OF DISLOCATIONS IN DEVICES**

*O. V. Sviridova*

**Abstract.** Temperature dependences of photocurrent amplification factor and of quantum efficiency of infrared silicon p-i-n-photodetectors for different superficial density of dislocations are constructed; mechanisms of change of temperature dependence form of photocurrent amplification factor and of quantum efficiency for infrared silicon p-i-n-photodetectors at increase in superficial density of dislocations are obtained.

**Keywords:** dislocations, photocurrent amplification factor, quantum efficiency, p-i-n-photodetectors

# ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

---

## OPTICAL, OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

---

---

УДК 535.231.22

### ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ МАРГАНЦА НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НАНОКРИСТАЛЛОВ CdS

*В.А. Смынтына<sup>1</sup>, В.М. Скобеева<sup>2\*</sup>, Н.В. Малушин<sup>2</sup>, Д.А. Струц<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Дворянская, 2, Одесса, Украина, 65026.*

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский институт физики Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, Пастера 27, Одесса, Украина, 65026.*

*\*Тел. +38 048 7230329, e-mail: v\_skobeeva@ukr.net*

### ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ МАРГАНЦА НА ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ НАНОКРИСТАЛЛОВ CdS

*В.А. Смынтына, В.М. Скобеева, Н.В. Малушин, Д.А. Струц*

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования люминесцентных свойств нанокристаллов CdS, легированных ионами Mn<sup>2+</sup>. Образцы получены в желатиновой матрице, средний размер нанокристаллов составлял 4 - 5 нм. На основании проведенных исследований предложена возможная схема оптических переходов в нанокристаллах CdS:Mn<sup>2+</sup>, согласно которой механизмом возбуждения ионов Mn<sup>2+</sup> является резонансная передача энергии между поверхностными уровнями CdS и возбужденным уровнем <sup>4</sup>T<sub>1</sub> в марганце.

**Ключевые слова:** люминесценция, нанокристаллы сульфида кадмия, примесное легирование

### ВПЛИВ ДОМІШКИ МАРГАНЦЮ НА ЛЮМІНЕСЦЕНЦІЮ НАНОКРИСТАЛІВ CdS

*В.А. Смынтына, В.М. Скобеева, Н.В. Малушин, Д.А. Струц*

**Анотация.** У статті представлені результати дослідження люмінесцентних властивостей нанокристалів CdS, легованих іонами Mn<sup>2+</sup>. Зразки отримані в желатиновій матриці, середній розмір нанокристалів складав 4-5 нм. На підставі проведених досліджень запропонована можлива схема оптичних переходів в нанокристалах CdS:Mn<sup>2+</sup>, згідно з якою механізмом збудження іонів Mn<sup>2+</sup> є резонансна передача енергії між поверхневими рівнями CdS і збудженим рівнем <sup>4</sup>T<sub>1</sub> в марганці.

**Ключові слова:** Люмінесценція, нанокристали сульфиду кадмію, домішкове легування

## INFLUENCE OF THE IMPURITY OF MANGANESE ON LUMINESCENCE CADMIUM SULFIDE NANOCRYSTALS

*V.A.Smyntyna, V.M.Skobeeva, N.V.Malushin, D.A. Struc*

**Abstract.** The results of researches of luminescent properties of  $Mn^{2+}$ -doped CdS nanocrystals are presented in the article. Samples were prepared in a gelatinous matrix, the middle size of nanocrystals - 4-5 нм. On the basis of the researches the possible scheme of optical transitions in CdS: $Mn^{2+}$  nanocrystals is offered, excitation mechanisms of  $Mn^{2+}$  ions is a resonance transmission of energy between the surface levels of CdS and excited level  ${}^4T_1$  in a manganese.

**Keywords:** Luminescence, cadmium sulfide nanocrystals, impurity doping

## ХІМІЧНІ СЕНСОРИ

---

## CHEMICAL SENSORS

---

---

УДК: 544.52 : 541.138: 546.21

### ЕЛЕКТРОДИ НА ОСНОВІ НАНОТРУБОК $\text{TiO}_2$ ДЛЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СЕНСОРА РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ

*Г. Я. Колбасов, В.С. Воробець, Л.В. Блінкова, С.В. Карпенко, С.Я. Обловатна*

*Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України,  
Київ-142, проспект академіка Палладіна, 32/34, тел.424-2280, факс 424-3070  
e-mail: kolbasov@ionc.kiev.ua, vorobetsvs@i.ua*

### ЕЛЕКТРОДИ НА ОСНОВІ НАНОТРУБОК $\text{TiO}_2$ ДЛЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СЕНСОРА РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ

*Г. Я. Колбасов, В.С. Воробець, Л.В. Блінкова, С.В. Карпенко, С.Я. Обловатна*

**Анотація.** Розроблено електроди для електрохімічного сенсора розчиненого кисню, чутливим елементом яких є нанотрубки діоксиду титану, модифіковані неодимом. Максимальна чутливість електродів до кисню досягалась при катодних потенціалах  $-0,55$  –  $-0,80$  В (відн. х.с.е.) і мала значення  $(8-12) \cdot 10^{-8}$  моль/л. Точність вимірювання концентрації  $\text{O}_2$  – 5-8%, швидкодія – 5-7 с.

**Ключові слова:** електрохімічний сенсор розчиненого кисню, нанотрубки діоксиду титану

### ELECTRODES BASED ON $\text{TiO}_2$ NANOTUBES FOR ELECTROCHEMICAL SENSOR OF DISSOLVED OXYGEN

*G. Ya. Kolbasov, V. S. Vorobets, L.V. Blinkova, S.V. Karpenko, S.Ya. Oblovatna*

**Abstract.** Electrodes for electrochemical sensor of dissolved oxygen, the sensitive element of which is nanotubes of titanium dioxide modified by neodymium, have been developed. The maximum sensitivity of electrodes to oxygen was attained at cathodic potentials  $-0,55$ – $-0,80$  V (vs. Ag/AgCl electrode) and it was equal  $(8-12) \cdot 10^{-8}$  mole/l. Accuracy of measurement of  $\text{O}_2$  concentration - 5-8 %. Response time of sensor is 5-7 sec.

**Keywords:** Electrochemical sensor of dissolved oxygen, nanotubes of titanium dioxide

### ЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ НАНОТРУБОК $\text{TiO}_2$ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СЕНСОРА РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА

*Г. Я. Колбасов, В.С. Воробець, Л.В. Блінкова, С.В. Карпенко, С.Я. Обловатна*

**Аннотация.** Разработаны электроды для электрохимического сенсора растворенного кислорода, чувствительным элементом которых являются нанотрубки диоксида титана, модифицированные неодимом. Максимальная чувствительность электродов к кислороду достигалась при катодных потенциалах  $-0,55$  –  $-0,80$  В (отн. х.с.э.) и имела значение  $(8-12) \cdot 10^{-8}$  моль/л. Точность измерения концентрации  $\text{O}_2$  – 5-8%, быстродействие – 5-7 с.

**Ключевые слова:** электрохимический сенсор растворенного кислорода, нанотрубки диоксида титана

## БІОСЕНСОРИ

---

## BIOSENSORS

---

---

УДК 58.085

PACS 87.64.Kv, 87.85. Fk

### ХЛОРОФІЛ-СЕНСОРИ ПОЛЬОВИХ ПРИЛАДІВ

*Д. М. Артеменко, Ю.С. Колесник, В.О. Романов, В.С. Федак*

*Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України*

### ХЛОРОФІЛ-СЕНСОРИ ПОЛЬОВИХ ПРИЛАДІВ

*Д. М. Артеменко, Ю.С. Колесник, В.О. Романов, В.С. Федак*

**Анотація.** В статті представлено огляд сучасних польових приладів для дослідження та аналізу стану рослин на основі оптичних властивостей хлорофілу основних фірм-виробників. Проведено порівняльний аналіз за функціональними та конструктивними ознаками, на основі якого визначені технічні вимоги до проектування високотехнологічного хлорофіл-сенсора. Розглянуті особливості проектування такого сенсора.

**Ключові слова:** відбиття світла, поглинання хлорофілу, індукція флуоресценції хлорофілу, хлорофіл-сенсор

### CHLOROPHYLL-SENSOR OF FIELD DEVICES

*D.M. Artemenko, J.S. Kolesnik, V. O. Romanov, V. S. Fedak*

**Abstract:** In article the review of modern field devices for research and the analysis of a condition of plants on the basis of optical properties of a chlorophyll of the basic firms-manufacturers is presented. The comparative analysis behind functional and constructive signs on which basis technical requirements to designing of a highly technological chlorophyll-sensor are defined is carried out. The surveyed features of designing of such sensor control.

**Keywords:** reflection of light, chlorophyll absorption, an induction of fluorescence of a chlorophyll, a chlorophyll-sensor

### ХЛОРОФИЛЛ-СЕНСОРЫ ПОЛЕВЫХ ПРИБОРОВ

*Д.М. Артёмченко, Ю.С. Колесник, В.О. Романов, В.С. Федак*

**Аннотация.** В статье представлен обзор современных полевых приборов для исследования и анализа состояния растений на основе оптических свойств хлорофилла основных фирм-производителей. Проведен сравнительный анализ за функциональными и конструктивными признаками, на основе которого определены технические требования к проектированию высокотехнологического хлорофилл-сенсора. Рассмотрены особенности проектирования такого сенсора.

**Ключевые слова:** отражение света, поглощения хлорофилла, индукция флуоресценции хлорофилла, хлорофилл-сенсор



## НАНОСЕНСОРИ (ФІЗИКА, МАТЕРІАЛИ, ТЕХНОЛОГІЯ)

## NANOSENSORS (PHYSICS, MATERIALS, TECHNOLOGY)

---

---

УДК 621.315.592

### ІМПЕДАНС-СПЕКТРОСКОПІЯ НИТКОПОДІБНИХ КРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

*А.О. Дружинін, І.П. Островський, Ю.М. Ховерко, Р.М. Корецький*

*Національний університет «Львівська політехніка»  
79013, Львів, вул. С.Бандери, 12, каф. напівпровідникової електроніки*

### ІМПЕДАНС-СПЕКТРОСКОПІЯ НИТКОПОДІБНИХ КРИСТАЛІВ КРЕМНІЮ

*А.О. Дружинін, І.П. Островський, Ю.М. Ховерко, Р.М. Корецький*

**Анотація.** Досліджено електропровідність та магнетоопір ниткоподібних кристалів Si<B> діаметром 5–40 мкм у температурному інтервалі 4,2÷300 К, частотному діапазоні 1÷1×10<sup>6</sup> Гц та сильних магнітних полях до 14 Тл методом імпедансної спектроскопії. На основі дослідження імпедансу визначені концентрації домішок у кристалах, які становлять 3,6×10<sup>18</sup> см<sup>-3</sup> і 5,2×10<sup>18</sup> см<sup>-3</sup> і відповідають переходу метал-діелектрик. Показано, що у даних кристалах в інтервалі низьких температур має місце стрибкова провідність по домішкочивій зоні, яка приводить до виникнення від'ємного магнітоопору.

**Ключові слова:** магнетоопір, ниткоподібні кристали, імпеданс-спектроскопія

### IMPEDANCE SPECTROSCOPY OF SILICON WHISKERS

*A.A. Druzhinin, I.P. Ostrovskii, Yu.M. Khoverko, R.M. Koretsky*

**Abstract.** Conductance and magnetoresistance of Si<B > whiskers with diameters 5-40 mkm doped with B impurity were investigated in temperature range 4,2÷300 K, frequency range 1÷1×10<sup>6</sup> Hz and magnetic fields with intensity up to 14 T by method of impedance spectroscopy. Impedance investigations showed that doping concentration in the crystals are становлять 3,6×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup> and 5,2×10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup> which is correspondent to metal dielectric transition. Hopping conductance on impurity states was shown to be realized in the crystals in low temperature region which leads to appearance of negative magnetoresistance .

**Keywords:** magneto resistance, whiskers, impedance spectroscopy

### ИМПЕДАНС-СПЕКТРОСКОПИЯ НИТЕВИДНЫЕ КРИСТАЛЛЫ КРЕМНИЯ

*А.А. Дружинин, И.П. Островский, Ю.М. Ховерко, Р.М. Корецкий*

**Аннотация.** Исследовано электропроводность и магнетосопротивление нитевидных кристаллов Si <B> диаметром 5-40 мкм в температурном интервале 4,2 ÷300 К, в частотном диапазоне 1÷1×10<sup>6</sup> Гц и в сильных магнитных полях до 14 Тл методом импедансной спектроскопии. На основе исследования импеданса определены концентрации примесей в кристаллах, которые составляют 3,6 ×10<sup>18</sup> см<sup>-3</sup> и 5,2 ×10<sup>18</sup> см<sup>-3</sup> и соответствуют переходу металл-диэлектрик. Показано, что в данных кристаллах в интервале низких температур имеет место прыжковая проводимость по примесной зоне, которая приводит к возникновению отрицательного магнетосопротивления.

**Ключевые слова:** магнетосопротивление, нитевидные кристаллы, импеданс-спектроскопия

## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

## SENSOR MATERIALS

---

---

УДК 544.187.24

### ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАНОДИСПЕРСНЫХ КОМПОЗИТОВ “СТЕКЛО – RuO<sub>2</sub>” ОТ РАЗМЕРОВ АГЛОМЕРАТОВ ЧАСТИЦ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ФАЗЫ

*Ш.Д. Курмашев, Я.И. Лепих, Т.И. Лавренова, Т.Н. Бугаева*  
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова  
Украина, Одесса, 65082, ул. Дворянская, 2, E-mail: [kurmash12@gmail.com](mailto:kurmash12@gmail.com)  
Тел.: (048) 746-66-58

### ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАНОДИСПЕРСНЫХ КОМПОЗИТОВ “СТЕКЛО – RuO<sub>2</sub>” ОТ РАЗМЕРОВ АГЛОМЕРАТОВ ЧАСТИЦ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ ФАЗЫ

*Ш.Д. Курмашев, Я.И. Лепих, Т.И. Лавренова, Т.Н. Бугаева*

**Аннотация.** Исследовано влияния размеров агломератов токопроводящей фазы (RuO<sub>2</sub>) на электрофизические характеристики гетерофазной системы “стекло-RuO<sub>2</sub>”. Уменьшение средних размеров агломератов RuO<sub>2</sub> (при фиксированных размерах частиц стекла) приводит к увеличению удельного поверхностного сопротивления гетерофазной системы

**Ключевые слова:** композиты, токопроводящая фаза, поверхностное сопротивление

### ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАНОДИСПЕРСНИХ КОМПОЗИТІВ «СКЛО - RuO<sub>2</sub>» ВІД РОЗМІРІВ АГЛОМЕРАТІВ ЧАСТОК СТРУМОПРОВІДНОЇ ФАЗИ

*Ш.Д. Курмашев, Я.І. Лепіх, Т.І. Лавренова, Т.М. Бугайова*

**Анотація.** Досліджено впливи розмірів агломератів струмопровідної фази (RuO<sub>2</sub>) на електрофізичні характеристики гетерофазної системи «скло - RuO<sub>2</sub>». Зменшення середніх розмірів агломератів RuO<sub>2</sub> (при фіксованих розмірах часток скла) призводить до збільшення питомого поверхневого опору гетерофазної системи.

**Ключові слова:** композити, струмопровідна фаза, поверхневий опір

**DEPENDENCE OF ELECTROPHYSICS PARAMETERS OF NANODISPERSIBLE COMPOSITS  
“GLASS - RuO<sub>2</sub>» FROM THE SIZES OF AGGLOMERATES OF PARTICLES OF CURRENT-  
CARRYING PHASE**

*Sh.D.Kurmashev, Ya.I. Lepikh, T.I.Lavrenova, T.N.Bugaeva*

**Abstract.** Influences of sizes of agglomerates of current-carrying phase (RuO<sub>2</sub>) on electrophysics characteristics of the heterophase system “glass - RuO<sub>2</sub>” was investigated. Reduction of mid-size of agglomerates of RuO<sub>2</sub> (at the fixed sizes of particles of glass) results in the increase of specific superficial resistance of the heterophase system “ glass - RuO<sub>2</sub>”.

**Keywords:** composites, current-carrying phase, superficial resistance

## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

## SENSOR MATERIALS

УДК.621.315.592

## СТРУКТУРНІ Й ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК

 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ *В.В. Хомяк*

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
вул. Коцюбинського 2, [v.khomyak@chnu.edu.ua](mailto:v.khomyak@chnu.edu.ua)*

СТРУКТУРНІ Й ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ *В.В. Хомяк*

**Анотація.** Описані технологічні умови отримання тонких плівок методом термічного випаровування на основі  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Se}_2$  (CIGS) та досліджені спектри їх оптичного пропускання і поглинання. Проведено розрахунок оптичних констант плівок CIGS за спектрами пропускання та відбивання в області 0.25 – 0.9 мкм. Складна енергетична структура валентної зони CIGS підтверджена результатами експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** тонка плівка,  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ , XRD, AFM, SEM

STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$  THIN FILMS*V.V. Khomyak*

**Abstract.** The given describes the technological conditions to obtain  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Se}_2$  (CIGS) thin films with thermal evaporation method and presents the measured spectra of both optical transmission and reflection. The optical constants of CIGS were calculated from the spectra data obtained in the range 0.25 – 0.9  $\mu\text{m}$ . The valance band structure of CIGS was proved to be complicated judging from the results of experiments carried out.

**Keywords:** thin films,  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ , XRD, AFM, SEM

СТРУКТУРНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ТОНКИХ ПЛЁНОК  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ *В.В. Хомяк*

**Аннотация.** Описаны технологические условия получения тонких плёнок методом термического испарения на основе  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Se}_2$  (CIGS) и исследованы спектры их оптического пропускания и поглощения. Проведен расчет оптических констант плёнок CIGS по спектрам пропускания и отражения в области 0.25 – 0.9 мкм. Сложная энергетическая структура валентной зоны CIGS подтверждена результатами экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** тонкие плёнки,  $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ , XRD, AFM, SEM

## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

## SENSOR MATERIALS

---

---

УДК 621.315.592

### ВПЛИВ ІНВЕРСІЇ ( $L_1 - \Delta_1$ ) ТИПУ АБСОЛЮТНОГО МІНІМУМУ В $n - Ge$ НА ЕФЕКТ ЕКРАНУВАННЯ

*С.В. Луньов, П.Ф. Назарчук, Л.І. Панасюк, О.В. Бурбан*

*Луцький національний технічний університет*

*(Вул. Львівська 75, Луцьк 43018, Україна; e-mail: [luniovser@mail.ru](mailto:luniovser@mail.ru))*

### ВПЛИВ ІНВЕРСІЇ ( $L_1 - \Delta_1$ ) ТИПУ АБСОЛЮТНОГО МІНІМУМУ В $n - Ge$ НА ЕФЕКТ ЕКРАНУВАННЯ

*С.В. Луньов, П.Ф. Назарчук, Л.І. Панасюк, О.В. Бурбан*

**Анотація.** Обчислено радіус екранування для  $L_1$  та  $\Delta_1$  - мінімумів зони провідності кристалів  $n - Ge$  з різною концентрацією домішки. Отримано залежності екрануючого множника від концентрації домішки для відповідних мінімумів. Показано, що інверсія типу абсолютного мінімуму зони провідності  $n - Ge$ , яка обумовлена одновісним деформуванням ( $\approx 2,8$  ГПа) вздовж кристалографічного напрямку [100], змінює як радіус екранування, так і екрануючий множник. Чутливість даних параметрів при переході від недеформованих до сильно деформованих кристалів  $n - Ge$  пояснюється різним значенням ефективної маси густини станів для  $L_1$  та  $\Delta_1$ - мінімумів.

**Ключові слова:** радіус екранування, екрануючий множник, одновісна деформація, ефективна маса густини станів

### INFLUENCE OF INVERSION OF ABSOLUTE MINIMUM ( $L_1 - \Delta_1$ )-TYPE ON THE SCREENING EFFECT IN $n - Ge$

*S.V. Luniov, P.F. Nazarchuk, L.I. Panasuik, O.V. Burban*

**Abstract.** The screening radius was calculated for the  $L_1$ - and  $\Delta_1$ - minimums of the conduction band of  $n - Ge$  crystals with different impurity concentration. The dependences of screening factor on the impurity concentration were obtained for the corresponding minimums. It was shown that the absolute minimum type inversion of the  $n - Ge$  conduction band, caused by uniaxial stress ( $\approx 2.8$  GPa) along the crystallographic direction [100], changes the radius of screening as well as the screening factor. Sensitivity of the parameters to pressure under the transition from undeformed to strongly deformed  $n - Ge$  crystal is explained as being caused by different effective mass values of states density for  $L_1$ - and  $\Delta_1$ - minimums.

**Keywords:** screening radius, screening factor, uniaxial stress, effective mass of states density

## ВЛИЯНИЕ ИНВЕРСИИ ( $L_1 - \Delta_1$ ) ТИПА АБСОЛЮТНОГО МИНИМУМА В $n - Ge$ НА ЭФФЕКТ ЭКРАНИРОВАНИЯ

*С.В. Лунёв, П.Ф. Назарчук, Л.И. Панасюк, А.В. Бурбан*

**Аннотация.** Определён радиус экранирования для  $L_1$  и  $\Delta_1$  - минимумов зоны проводимости кристаллов  $n - Ge$  с различной концентрацией примеси. Получены зависимости экранирующего множителя от концентрации примеси для соответствующих минимумов. Показано, что инверсия типа абсолютного минимума зоны проводимости  $n - Ge$ , обусловленная одноосным деформированием ( $\approx 2,8$  ГПа) вдоль кристаллографического направления [100], меняет как радиус экранирования, так и экранирующий множитель. Чувствительность данных параметров при переходе от недеформированных до сильно деформированных кристаллов  $n - Ge$  объясняется различным значением эффективной массы плотности состояний для  $L_1$  и  $\Delta_1$  - минимумов.

**Ключевые слова:** радиус экранирования, экранирующий множитель, одноосная деформация, эффективная масса плотности состояний

МІКРОСИСТЕМНІ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ  
(MST, LIGA-ТЕХНОЛОГІЯ, АКТЮАТОРИ ТА ІН)

---

MICROSYSTEM AND NANOTECHNOLOGIES  
(MST, LIGA-TECHNOLOGIES, ACTUATORS)

---

---

PACS: 73.21Hb, 78.67.Ch, 78.67.Lt

**ЕКСИТОННИЙ СПЕКТР ШЕСТИГРАННОЇ НАНОТРУБКИ,  
ЯК НАНОСЕНСОРНОГО ЕЛЕМЕНТА**

*О.М. Маханець, В.І. Гуцул, Н.Р. Цюпак*

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
м. Чернівці, вул. Коцюбинського 2, тел. 80372244816, e-mail: [ktf@chnu.edu.ua](mailto:ktf@chnu.edu.ua)*

**ЕКСИТОННИЙ СПЕКТР ШЕСТИГРАННОЇ НАНОТРУБКИ,  
ЯК НАНОСЕНСОРНОГО ЕЛЕМЕНТА**

*О.М. Маханець, В.І. Гуцул, Н.Р. Цюпак*

**Анотація.** Методом Бете і функцій Гріна побудована теорія екситонного спектра у складній шести-гранній нанотрубці з урахуванням екситон-фононої взаємодії. Теорія базується на моделі ефективних мас і прямокутних потенціалів для екситонних електрона і дірки та моделі діелектричного континууму для інтерфейсних і обмежених фононів.

На прикладі шестигранної нанотрубки на основі напівпровідників GaAs і  $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$  показано, що теоретичні значення енергій та інтенсивностей квантових переходів узгоджуються з експериментальними вимірами.

**Ключові слова:** шестигранна нанотрубка, квантовий дріт, екситонний спектр

**EXCITON SPECTRUM OF HEXAGON NANOTUBE AS NANOSENSOR ELEMENT**

*O.M. Makhanets, V.I. Gutsul, N.R. Tsiupak*

**Abstract.** The theory of exciton spectrum of multi-shell hexagon nanotube is developed within the Bethe method and Green functions taking into account the exciton-phonon interaction. The theory is based at the effective masses model for the excitons' electron and hole and dielectric continuum model for the interface and confined phonons.

For the hexagon nanotube at the base of GaAs and  $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$  semiconductors it is proven that the calculated magnitudes of energies and intensities of quantum transitions correlate to the experimental data.

**Keywords:** hexagon nanotube, quantum wire, exciton spectrum

**ЭКСИТОННЫЙ СПЕКТР ШЕСТИГРАННОЙ НАНОТРУБКИ,  
КАК НАНОСЕНСОРНОГО ЭЛЕМЕНТА**

*А.М. Маханець, В.И. Гуцул, Н.Р. Цюпак*

**Аннотация.** Методом Бете и функций Грина построена теория экситонного спектра в сложной шестигранной нанотрубке с учетом экситон-фононного взаимодействия. Теория базируется на модели эффективных масс и прямоугольных потенциалов для экситонных электрона и дырки и модели диэлектрического континуума для интерфейсных и ограниченных фононов.

На примере шестигранной нанотрубки на основе полупроводников GaAs и  $Al_{0.4}Ga_{0.6}As$  показано, что теоретические значения энергий и интенсивностей квантовых переходов согласуются с экспериментальными измерениями.

**Ключевые слова:** шестигранная нанотрубка, квантовая проволока, экситонный спектр



## ДЕГРАДАЦІЯ, МЕТРОЛОГІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ СЕНСОРІВ

## SENSOR'S DEGRADATION, METROLOGY AND CERTIFICATION

---

---

УДК 681.586

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРОЗИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

*О.В. Линючева, А.И. Букет, А.В. Блуденко, А.Н. Ващенко*

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт",  
Украина, 03056, г. Киев – 56, пр. Победы, 37, корп. 4, тел. 406-82-06  
o\_lin@xtf.kpi.ua, buket@xtf.kpi.ua, a.bludenko@kpi.ua, o.vashchenko@kpi.ua*

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРРОЗИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АМПЕРОМЕТРИ- ЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

*О.В. Линючева, А.И. Букет, А.В. Блуденко, А.Н. Ващенко*

**Аннотация.** Нижний предел измерений – важная техническая характеристика сенсора, которая в значительной мере определяется его фоновым током. Работа посвящена исследованию процессов, определяющих фоновый ток амперометрических сенсоров на примере сенсора хлора унифицированной серии НТУУ «КПИ».

Установлено, что фоновый ток амперометрического сенсора хлора имеет электрохимическую природу и является суммой катодных токов восстановления атмосферного кислорода и/или воды и анодных токов окисления титана и его нестехиометрического диоксида. Т.е. процессом, определяющим природу фоновых токов амперометрических сенсоров унифицированной серии НТУУ «КПИ» является коррозия титана со скоростью порядка  $10^{-9}$  А/см<sup>2</sup>.

Фоновый ток амперометрического сенсора после изменения условий окружающей среды состоит из стационарной и нестационарной составляющих, причем последняя может значительно превышать первую и казаться постоянной на протяжении времени, необходимого для проведения многих измерений.

Изменение относительной влажности приводит к реакции, обусловленной электрохимической природой фонового тока: при повышении влажности – к анодному скачку фонового тока, а при снижении влажности – к катодному скачку.

**Ключевые слова:** нижний предел измерений, амперометрический сенсор, относительная влажность, титан, коррозия, нестехиометрический оксид, массообмен

## PREDICTION OF CORROSION INFLUENCE ON AMPEROMETRIC SENSORS CHARACTERISTICS

*O. V. Linyucheva, A. I. Buket, A. V. Bludenko, A. N. Vashchenko*

**Abstract.** The lower limit of measurement is an important technical characteristic of the sensor, which is largely determined by its background current. This work is devoted to the study of the processes that determine the background current of amperometric sensors for example, chlorine sensor unified series of NTUU “KPI”.

Found that the background current of chlorine amperometric sensor has an electrochemical nature and is the sum of the cathode current of atmospheric oxygen reduction and the anodic current of oxidation of titanium and its nonstoichiometric dioxide. That is, the process that determines the nature of the background currents of amperometric sensors unified series of NTU “KPI” is the corrosion of titanium at a rate of about  $10^{-9}$  A/cm<sup>2</sup>.

Amperometric sensor’s background current after changes in environmental conditions consist of stationary and transient components, the latter can greatly exceed the first and seems constant throughout the time required for many measurements.

Changing the relative humidity leads to a reaction caused by the electrochemical nature of the background current: with increasing of humidity - to the anodic surge of background current, while reducing the humidity - to the cathodic surge.

**Keywords:** lower limit of measurement, amperometric sensor, relative humidity, titanium, corrosion, nonstoichiometric oxide, mass transfer

## ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ КОРОЗІЇ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АМПЕРОМЕТРИЧНИХ СЕНСОРИВ.

*О.В. Лінючева, О.І. Букет, А.В. Блуденко, О.М. Ващенко*

**Анотація.** Нижня межа вимірювань – важлива технічна характеристика сенсора, яка значною мірою визначається його фоновим струмом. Робота присвячена дослідженню процесів, що визначають фоновий струм амперометричних сенсорів на прикладі сенсора хлору уніфікованої серії НТУУ «КПІ».

Встановлено, що фоновий струм амперометричного сенсора хлору має електрохімічну природу і є сумою катодних струмів відновлення атмосферного кисню і анодних струмів окиснення титану та його нестехіометричного діоксиду. Тобто процесом, що визначає природу фонових струмів амперометричних сенсорів уніфікованої серії НТУУ «КПІ» є корозія титану зі швидкістю близько  $10^{-9}$  А/см<sup>2</sup>.

Фоновий струм амперометричного сенсора після зміни умов навколишнього середовища складається з стаціонарної та нестаціонарної складових, причому остання може значно перевищувати першу і здаватися постійною протягом часу, необхідного для проведення багатьох вимірювань.

Зміна відносної вологості призводить до реакції, обумовленої електрохімічною природою фонового струму: при підвищенні вологості - до анодному стрибку фонового струму, а при зниженні вологості - до катодного стрибка.

**Ключові слова:** нижня межа вимірювань, амперометричний сенсор, відносна вологість, титан, корозія, нестехіометричний оксид, масообмін

# 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 нанотехнології (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 актуальність розв’язуваної задачі, сформульована мета дослідження, міститися оригінальна части-

на 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 супроводжуються листом організації і 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,  
**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 1000 символів 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 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.

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. Бібліографія друкується лише латиницею (кирилиця подається в транслітерації). Порядок оформлення літератури повинен відповідати вимогам ВАК України, наприклад:

[1]. I.M. Cidilkovskii. *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).

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

Рисунки можуть бути 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 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.

---

# 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 manuscript 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 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.

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, phone and fax numbers, e-mail addresses (if available) for each author below, in one space (central, normal face, 12pt).

Abstract: up to 1000 characters, 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 laced 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 bibliography is printed only by the roman type (cyrillics represents in transliteration).

The format for references is as follows:

[1]. I.M. Cidilkovskii. *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).

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.

---

Верстка — Пехтерев И. Н.

Підп. до друку 20.03.2012. Формат 60x84/8. Гарн. Таймс. Умов.-друк. арк. Тираж 300 прим.

**Видавництво «Одеський національний університет»**

Свідоцтво ДК № 4215 від 22.11.2011 р.

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

Тел.: (048) 723 28 39