

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

Odessa I. I. Mechnikov National
University**SENSOR
ELECTRONICS
AND MICROSYSTEM
TECHNOLOGIES****2011 — Vol. 2 (8), № 1***Scientific and Technical Journal*It is based 13.11.2003.
The Journal issue four times a year

UDC 681.586

Founded by Odessa I. I. Mechnikov
National University

At support of the Ukrainian Physical Society

Certificate of State Registration KB No 8131

The Journal is a part of list of the issues
recommended by SAC of Ukraine on physical and
mathematical, engineering and biological sciencesThe Journal is reviewed by RJ “Dжерело”
and RJ ICSTI (Russia)Publishes on the resolution of Odessa
I. I. Mechnikov National University
*Scientific Council. Transaction № 3,
November, 30, 2010*

Editorial address:

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова**СЕНСОРНА
ЕЛЕКТРОНІКА
І МІКРОСИСТЕМНІ
ТЕХНОЛОГІЇ****2011 — Т. 2 (8), № 1***Науково-технічний журнал*Заснований 13.11.2003 року.
Виходить 4 рази на рік

УДК 681.586

Засновник Одеський національний
університет імені І. І. Мечникова

За підтримки Українського фізичного товариства

Свідоцтво про державну реєстрацію KB № 8131

Журнал входить до переліку фахових видань
ВАК України з фізико-математичних,
технічних та біологічних наукЖурнал реферується РЖ “Джерело”
і ВІНІТІ (Росія)Видається за рішенням Вченої ради Одеського
національного університету
імені І. І. Мечникова
Протокол № 3 від 30 листопада 2010 р.

Адреса редакції:

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

Editorial Board:

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

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

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

Blonskii I. V. — (Kiev, Ukraine)

Verbitsky V. G. — (Kiev, Ukraine)

Gulyaev Yu. V. — (Moscow, Russia)

D'Amiko A. — (Rome, Italy)

Jaffrezic-Renault N. — (Lyon, France)

Dzyadevych S. V. — (Kiev, Ukraine)

Elskaya A. V. — (Kiev, Ukraine)

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

Kozhemyako V. P. — (Vinnitsa, Ukraine)

Krushkin E. D. — (Ilyichevsk, Ukraine)

Kurmashov S. D. — (Odessa, Ukraine)

Lantto Vilho — (Oulu, Finland)

Litovchenko V. G. — (Kiev, Ukraine)

Machulin V. F. — (Kiev, Ukraine)

Mokrickiy V. A. — (Odessa, Ukraine)

Nazarenko A. F. — (Odessa, Ukraine)

Neizvestny I. G. — (Novosibirsk, Russia)

Ptashchenko A. A. — (Odessa, Ukraine)

Rarenko I. M. — (Chernovtsy, Ukraine)

Rozhitskii N. N. — (Kharkov, Ukraine)

Ryabotyagov D. D. — (Odessa, Ukraine)

Ryabchenko S. M. — (Kiev, Ukraine)

Soldatkin A. P. — (Kiev, Ukraine)

Starodub N. F. — (Kiev, Ukraine)

Stakhira J. M. — (Lviv, Ukraine)

Strikha M. V. — (Kiev, Ukraine)

Tretyak A. V. — (Kiev, Ukraine)

Редакційна колегія:

Головний редактор **Сминтина В. А.**

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

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

Блонський І. В. — (Київ, Україна)

Вербицький В. Г. — (Київ, Україна)

Гуляєв Ю. В. — (Москва, Росія)

Д'Аміко А. — (Рим, Італія)

Джаффрезік-Рено Н. — (Ліон, Франція)

Дзядевич С. В. — (Київ, Україна)

Єльська Г. В. — (Київ, Україна)

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

Кожемяко В. П. — (Вінниця, Україна)

Крушкін Є. Д. — (Іллічівськ, Україна)

Курмашов Ш. Д. — (Одеса, Україна)

Лантто Вілхо — (Оулу, Фінляндія)

Литовченко В. Г. — (Київ, Україна)

Мачулін В. Ф. — (Київ, Україна)

Мокрицький В. А. — (Одеса, Україна)

Назаренко А. Ф. — (Одеса, Україна)

Неізнестний І. Г. — (Новосибірськ, Росія)

Птащенко О. О. — (Одеса, Україна)

Раренко І. М. — (Чернівці, Україна)

Рожицький М. М. — (Харків, Україна)

Ряботягов Д. Д. — (Одеса, Україна)

Рябченко С. М. — (Київ, Україна)

Солдаткін О. П. — (Київ, Україна)

Стародуб М. Ф. — (Київ, Україна)

Стахіра Й. М. — (Львів, Україна)

Стріха М. В. — (Київ, Україна)

Третяк О. В. — (Київ, Україна)

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

Ya. I. Lepikh
THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS AND PROSPECTS OF GRAPHEN USE IN SENSORICS5

Я. І. Леніх
НОБЕЛІВСЬКА ПРЕМІЯ З ФІЗИКИ
І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФЕНУ
В СЕНСОРИЦІ

M. V. Strikha
NON-EQUILIBRIUM ELECTRONS AND HOLES IN GRAPHENE. (OVERVIEW) 10

M. B. Стріха
НЕРІВНОВАЖНІ ЕЛЕКТРОНИ Й ДІРКИ В ГРАФЕНІ. (ОГЛЯД)

A. N. Akimov, A. E. Klimov, I. G. Neizvestny, N. S. Paschin, V. N. Sherstyakova, V. N. Shumsky
CHARACTERISTICS OF TRANSITION PROCESSES IN PbSnTe:In WITH ELECTRON INJECTION 20

A. Н. Акимов, А. Э. Климов, И. Г. Неизвестный, Н. С. Пащин, В. Н. Шерстякова, В. Н. Шумский
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В PbSnTe:In ПРИ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

A. V. Glushkov, Ya. I. Lepikh, G. P. Prepelitsa, S. V. Ambrosov, E. V. Bakunina, A. A. Svinarenko and A. V. Loboda
PHYSICS OF THE LASER-PHOTOIONIZATION ATOMIC PROCESSES IN THE ISOTOPES AND GASES SEPARATOR DEVICES: NEW OPTIMAL SCHEMES27

О. В. Глушков, Я. І. Леніх, Г. П. Препелиця, С. В. Амбросов, О. В. Бакуніна, А. А. Свинаренко, А. В. Лобода
ФІЗИКА ЛАЗЕРНО-ФОТОІОНІЗАЦІЙНИХ АТОМНИХ ПРОЦЕСІВ В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПОДІЛЕННЯ ІЗОТОПІВ ТА ГАЗІВ: НОВІ ОПТИМАЛЬНІ СХЕМИ

Проекування і математичне моделювання сенсорів
Sensors design and mathematical modeling

E. G. Bortchagovsky, V. Z. Lozovski, T. A. Mishakova
SIMULATION OF THE RESPONSE OF THE SENSOR BASED ON THE LOCAL PLASMONS IN THE LAYER OF NANOPARTICLES..... 36

Е. Г. Борщаговский, В. З. Лозовский, Т. А. Мишакова
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА СЕНСОРА НА ЛОКАЛЬНЫХ ПЛАЗМОНАХ В СЛОЕ НАНОЧАСТИЦ

Сенсори фізичних величин
Physical sensors

D. M. Freik, I. K. Yurchyshyn, V. M. Chobaniuk, R. I. Nykyruy, Yu. V. Lysiuk
NANOSTRUCTURES ON THE BASE OF COMPOSITIONS IV-VI FOR THERMOELECTRIC ENERGY CONVERTERS (OVERVIEW) 41

Д. М. Фрейк, І. К. Юрчишин, В. М. Чобанюк, Р. І. Никуруй, Ю. В. Лисюк
НАНОСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ СПОЛУК IV-VI ДЛЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ (ОГЛЯД)

V. A. Smyntyna, V. M. Skobeeva, N. V. Malushin
LUMINESCENCE PROPERTIES OF LITIUM AND ALUMINIUM –DOPED CADMIUM SULFIDE NANOCRYSTALS..... 55

В. А. Смынтына, В. М. Скобева, Н. В. Малушин
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМАМИ ЛИТИЯ И АЛЮМИНИЯ

Оптичні, оптоелектронні і радіаційні сенсорні
Optical, optoelectronic and radiation sensors

F. Sizov, I. Lysiuk, G. Gumenjuk-Sichevska, Z. Tsybrii, K. Andreeva
THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURE ANNEALING ON THE CURRENTS IN MCT PHOTODIODES..... 59

*Ф. Ф. Сизов, І. О. Лисюк, Ж. В. Гуменюк-Сичевська,
З. Ф. Цибрій, К. В. Андреева*
ВПЛИВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВІДПАЛУ
НА СТРУМИ У ФОТОДІОДНИХ СТРУКТУРАХ НА
ОСНОВІ КРТ

V. V. Khomyak, M. M. Slyotov, O. M. Slyotov
OPTICAL PROPERTIES OF $Cd_xZn_{1-x}O$ THIN FILMS,
GROWTH BY HIGHFREQUENCY MAGNETRON
SPUTTERING 65

В. В. Хомяк, М. М. Сльотов, О. М. Сльотов
ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК
 $Cd_xZn_{1-x}O$, ВИРОШЕНИХ ВИСОКОЧАСТОТНИМ
МАГНЕТРОННИМ РОЗПИЛЮВАННЯМ

Біосенсори Biosensors

O. Shevchenko, O. Lut, O. Aksimentyeva
HIGHLY SENSITIVE SENSOR FOR DETECTION
OF VITAMIN B_1 ON THE NANOSTRUCTURAL
SURFACE OF NICKEL..... 69

О. Шевченко, О. Лут, О. Аксіментьєва
ВИСОКОЧУТЛИВИЙ СЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ВІТАМІНУ B_1 НА НАНОСТРУКТУРОВАНІЙ
ПОВЕРХНІ НІКЕЛЮ

К. М. Музика
ELECTROCHEMILUMINESCENT SENSORICS OF
BILE PIGMENTS..... 74

К. М. Музика
ЕЛЕКТРОХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНА СЕНСОРИКА
ЖОВЧНИХ ПІГМЕНТІВ

Матеріали для сенсорів Sensor materials

V. V. Ilchenko, S. D. Lin, V. V. Marin, O. V. Tretyak
ELECTRONIC PROPERTIES OF FET STRUCTURES
WITH QDS LAYER UNDER THE GATE AREA 79

В. В. Льченко, Ш. Д. Лін, В. В. Марін, О. В. Третьак
ЕЛЕКТРОННІ ВЛАСТИВОСТІ ПТ СТРУКТУР З
ШАРОМ КТ В ПІДЗАТВОРНІЙ ОБЛАСТІ

Технологія виробництва сенсорів Sensors production technologies

J. A. Suchikova, V. V. Kidalov, G. A. Sukach
SELECTIVE ETCHING OF CRYSTALS p-InP WITH
SCRATCHES PUT ON THEM 85

Я. А. Сычикова, В. В. Кидалов, Г. А. Сукач
СЕЛЕКТИВНОЕ ТРАВЛЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ p-InP
С НАНЕСЕННЫМИ НА НИХ ЦАРАПИНАМИ

Сенсори та інформаційні системи Sensors and information systems

*V. G. Melnik, M. P. Rubanchuk, V. A. Romanov,
Ya. I. Lepikh*
METROLOGICAL STUDY OF THE INTELLECTUAL
HIGH-SENSITIVITY CALORIMETER SYSTEM 94

*В. Г. Мельник, М. П. Рубанчук, В. А. Романов,
Я. І. Лепих*
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ..... 100

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS. THE
REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION 102

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

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

УДК 681.586

НОБЕЛІВСЬКА ПРЕМІЯ З ФІЗИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ
ВИКОРИСТАННЯ ГРАФЕНУ В СЕНСОРИЦІ

Я. І. Лепіх

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
тел/факс +38(048) 723–34–61
E-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

НОБЕЛІВСЬКА ПРЕМІЯ З ФІЗИКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ
ГРАФЕНУ В СЕНСОРИЦІ

Я. І. Лепіх

Анотація. У повідомленні, яке передуватиме черговій статті у нашому журналі про графен, коротко інформується про можливі перспективи застосування у сенсорній електроніці одноатомного шару вуглецю — графену, за дослідження якого присуджена Нобелівська премія за 2010 рік. Дається коротка інформація про лауреатів премії А. Гейма і К. Новосьолова, колишніх громадян СРСР.

Ключові слова: Нобелівська премія, графен, сенсорна електроніка

THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS AND PROSPECTS OF GRAPHEN USE IN SENSORICS

Ya. I. Lepikh

Abstract. In the message which forestall next article about graphen in our Journal is given brief information on possible prospects of application in sensor electronics of carbon one-nuclear layer — graphen for which researches has been gave Nobel Prize for 2010. The brief information on premium winners — A. Game and K. Novoselov the USSR former citizens is given.

Keyword: Nobel Prize, graphen, sensor electronics

**НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ПО ФИЗИКЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ГРАФЕНА В СЕНСОРИКЕ**

Я. И. Лепух

Аннотация. В сообщении, которое предваряет очередную статью про графен в нашем журнале, кратко информируется о возможных перспективах применения в сенсорной электронике одноатомного слоя углерода — графена, за исследования которого присуждена Нобелевская премия за 2010 год. Дается краткая информация о лауреатах премии А. Гейме и К. Новоселове, бывших гражданах СССР.

Ключевые слова: Нобелевская премия, графен, сенсорная электроника

УДК 621.315.592

НЕРІВНОВАЖНІ ЕЛЕКТРОНИ Й ДІРКИ В ГРАФЕНІ (ОГЛЯД)

М. В. Стріха

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України,
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка.
maksym_strikha@hotmail.com

НЕРІВНОВАЖНІ ЕЛЕКТРОНИ Й ДІРКИ В ГРАФЕНІ (ОГЛЯД)

М. В. Стріха

Анотація. Дано огляд теоретичних робіт з фізики нерівноважних електронів і дірок у графені, виконаних українськими науковцями. Ці дослідження дозволяють як верифікувати механізми розсіяння та рекомбінації носіїв, так і оцінити можливості застосування графену в нових електронних та оптоелектронних пристроях.

Ключові слова: графен, опір, міжзонне фотозбудження, фотопровідність, розігрів носіїв, перехідні процеси, оптична характеристика

NON-EQUILIBRIUM ELECTRONS AND HOLES IN GRAPHENE (OVERVIEW)

M. V. Strikha

Abstract. The review of theoretical works on non-equilibrium electrons and holes physics in graphene, executed by the Ukrainian researchers, is presented. These works allow both to verify the channels of carriers recombination and scattering, and to estimate the possibilities for application of graphene in new electronic, and optoelectronic devices.

Keywords: graphene, resistance, interband photo-excitation, photoconductivity, heating of carriers, transitional processes, optical characterization

НЕРАВНОВЕСНЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ И ДЫРКИ В ГРАФЕНЕ (ОБЗОР)

М. В. Стріха

Аннотация. Дан обзор теоретических работ по физике неравновесных электронов и дырок в графене, выполненных украинскими исследователями. Эти работы позволяют как верифицировать каналы рекомбинации и рассеяния носителей в графене, так и оценить возможности использования графена в новых электронных и оптоэлектронных устройствах.

Ключевые слова: графен, сопротивление, междузонное фотовозбуждение, разогрев носителей, переходные процессы, оптическая характеристика

PACS 72.20.JV

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В PbSnTe:In ПРИ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

*А. Н. Акимов, А. Э. Климов, И. Г. Неизвестный,
Н. С. Пащин, В. Н. Шерстякова, В. Н. Шумский*

Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН,
пр. Академика Лаврентьева, 13, 630090, Новосибирск, РФ,
E-mail sher@thermo.isp.nsc.ru

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В PbSnTe:In ПРИ ИНЖЕКЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

*А. Н. Акимов, А. Э. Климов, И. Г. Неизвестный,
Н. С. Пащин, В. Н. Шерстякова, В. Н. Шумский*

Аннотация. В настоящей работе обсуждается природа затухающих колебания тока в пленках PbSnTe:In после подачи на них постоянного напряжения в отсутствие фоновой засветки. Обсуждение проводится в рамках теории токов, ограниченных пространственным зарядом с учетом изменения величины поляризуемости среды при захвате инжектируемых из контактов электронов на распределенные по энергии ловушки.

Ключевые слова: токи, ограниченные пространственным зарядом, осцилляции тока, поляризуемость

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В PbSnTe:In ПРИ ІНЖЕКЦІЇ ЕЛЕКТРОНІВ

*А. М. Акімов, А. Е. Клімов, І. Г. Неізнестний,
М. С. Пащин, В. М. Шерстякова, В. М. Шумський*

Анотація. У даній роботі обговорюється природа загасаючих коливань струму в плівках PbSnTe:In після подачі на них постійної напруги під час відсутності фонового засвічення. Обговорення проводиться в рамках теорії струмів, обмежених просторовим зарядом з урахуванням зміни величини поляризуємості середовища при захопленні інжекттованих з контактів електронів на розподілені по енергії пастки.

Ключові слова: струми, обмежені просторовим зарядом, осциляції струму, поляризуємість

CHARACTERISTICS OF TRANSITION PROCESSES IN PbSnTe:In WITH ELECTRON INJECTION

*A. N. Akimov, A. E. Klimov, I. G. Neizvestny,
N. S. Paschin, V. N. Sherstyakova, V. N. Shumsky*

Abstract. This paper discusses the nature of the current fluctuations in films PbSnTe: In after a potential difference applied across them without the background. Discussion is part of the theory of currents, the limited spatial charge to reflect a change in the polarizability of the environment when injected electrons are captured on the traps distributed over energy.

Keywords: currents limited by spatial charge, the current oscillations, polarizability

PACS 32.80.RM, 05.45.+B; УДК 535.42.,539.184

PHYSICS OF THE LASER-PHOTOIONIZATION ATOMIC PROCESSES IN THE ISOTOPES AND GASES SEPARATOR DEVICES: NEW OPTIMAL SCHEMES

*A. V. Glushkov³, Ya.I. Lepikh¹, G. P. Prepelitsa², S. V. Ambrosov³,
E. V. Bakunina³, A. A. Svinarenko² and A. V. Loboda²*

¹I. I. Mechnikov Odessa National University, Odessa, Ukraine

²Odessa National Polytechnical University, Odessa, Ukraine

³Odessa State Environmental University, Odessa, Ukraine

PHYSICS OF THE LASER-PHOTOIONIZATION ATOMIC PROCESSES IN THE ISOTOPES AND GASES SEPARATOR DEVICES: NEW OPTIMAL SCHEMES

*A. V. Glushkov, Ya.I. Lepikh, G. P. Prepelitsa, S. V. Ambrosov,
E. V. Bakunina, A. A. Svinarenko and A. V. Loboda*

Abstract. We present review of the models for key laser photoionization processes and propose the corresponding new optimal schemes of the separating heavy isotopes and nuclear isomers, substances cleaning at atomic level, which are based on the selective laser excitation of the isotopes atoms into excited Rydberg states and further DC electric field ionization. The operator relativistic perturbation theory method, optimal laser action model and density matrices formalism are used for numeric calculation of the optimal scheme parameters for the U and other isotopes.

Key words: laser photoionization method, isotopes and gases separation, new optimal schemes

ФІЗИКА ЛАЗЕРНО-ФОТОІОНІЗАЦІЙНИХ АТОМНИХ ПРОЦЕСІВ В УСТАНОВКАХ ДЛЯ ПОДІЛЕННЯ ІЗОТОПІВ ТА ГАЗІВ: НОВІ ОПТИМАЛЬНІ СХЕМИ

*О. В. Глушков, Я. І. Лепіх, Г. П. Препелиця, С. В. Амбросов,
О. В. Бакуніна, А. А. Свинаренко, А. В. Лобода*

Анотація. Представлений огляд моделей основних лазерно-фотоіонізаційних процесів та запропоновані відповідні нові оптимальні схеми лазерного поділення важких ізотопів, ядерних ізомерів, газів, очищення речовини на атомному рівні, які базуються на лазерному збудженні атомів ізотопів у рідбергові стани та подальшій іонізації зовнішнім сталим електричним полем. Удосконалені метод релятивістської теорії збурень, модель оптимальної лазерної дії та формалізм матриці густини використані для чисельного моделювання параметрів оптимальної схеми поділення детектування важких ізотопів урану та інших елементів.

Ключові слова: лазерний фотоіонізаційний метод, поділення ізотопів та газів, нові оптимальні схеми

**ФИЗИКА ЛАЗЕРНО-ФОТОИОНИЗАЦИОННЫХ АТОМНЫХ ПРОЦЕССОВ В УСТАНОВКАХ
ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ И ГАЗОВ: НОВЫЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ**

*А. В. Глушков, Я. И. Лепих, Г. П. Препелица, С. В. Амбросов,
О. В. Бакунина, А. А. Свищенко, А. В. Лобода*

Аннотация. Представлен обзор моделей ключевых лазерно-фотоионизационных процессов и предложены соответствующие новые схемы лазерного разделения изотопов, ядерных изомеров, газов, очистки вещества на атомном уровне, базирующиеся на лазерном возбуждении атомов изотопов в ридберговом состоянии и дальнейшей ионизации внешним постоянным электрическим полем. Усовершенствованные метод релятивистской теории возмущений, модель оптимального лазерного воздействия и формализм матрицы плотности использованы для численного моделирования параметров оптимальной схемы детектирования и разделения изотопов урана и других элементов.

Ключевые слова: лазерный фотоионизационный метод, разделение изотопов и газов, новые оптимальные схемы

ПРОЕКТУВАННЯ І МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕНСОРІВ

SENSORS DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING

УДК 535.321, 537.9

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА СЕНСОРА НА ЛОКАЛЬНЫХ ПЛАЗМОНАХ В СЛОЕ НАНОЧАСТИЦ

Е. Г. Борщаговский², В. З. Лозовский^{1,2}, Т. А. Мишакова¹

¹Институт высоких технологий, Киевский национальный университет им.Т. Шевченка,
ул. Владимирская, 64, 01601 Киев

²Институт физики полупроводников им. В. Лашкарева НАН Украины,
пр. Науки, 45, 03028 Киев
E-mail:mishakov@e-mail.ua

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА СЕНСОРА НА ЛОКАЛЬНЫХ ПЛАЗМОНАХ В СЛОЕ НАНОЧАСТИЦ

Е. Г. Борщаговский, В. З. Лозовский, Т. А. Мишакова

Аннотация. На основе самосогласованного подхода с использованием функций Грина нами построена модель оптического отклика слоя наночастиц случайно распределенных на поверхности. Электромагнитное взаимодействие между частицами учитывается в построенной модели с помощью уравнения Липмана-Швингера и модифицирует эффективную поляризуемость слоя. На основе разработанного формализма были смоделированы спектры пропускания подобной структуры, которые демонстрируют сдвиг плазмонного резонанса при адсорбции дополнительного слоя на наночастицах. На основе разработанной модели, учитывающей межчастичное взаимодействие, можно рассчитать чувствительность подобных сенсоров а также находить оптимальные параметры наночастиц для повышения чувствительности.

Ключевые слова: монослой, наночастицы, сенсор, локальные плазмоны, оптический отклик

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДГУКУ СЕНСОРА НА ЛОКАЛЬНИХ ПЛАЗМОНАХ У ШАРІ НАНОЧАСТИНОК

Є. Г. Борщагівський, В. З. Лозовський, Т. О. Мішакова

Анотація. На основі самоузгодженого підходу з використанням функцій Гріна нами було побудовано модель оптичного відгуку шару наночастинок, що випадково розподілені на поверхні. Електромагнітну взаємодію між частинками було враховано в побудованій моделі за допомогою рівняння Липмана-Швінгера, що модифікує ефективну поляризованість шару. На основі розробленого формалізму були змодельовані спектри пропускання такої структури які демонструють зсув плазмонного резонансу при адсорбції додаткового шару на наночастиках. На основі розробленої моделі, що враховує взаємодію між частинками, можна розрахувати чутливість таких сенсорів а також знаходити оптимальні параметри наночастинок для підвищення чутливості.

Ключові слова: моношар, наночастинок, сенсор, локальні плазмони, оптичний відгук

**SIMULATION OF THE RESPONSE OF THE SENSOR BASED ON THE LOCAL PLASMONS
IN THE LAYER OF NANOPARTICLES**

E. G. Bortchagovsky, V. Z. Lozovski, T. A. Mishakova

Abstract. On the base of self-consistent approach with the use of Green functions we built the model of the optical response of the layer of nanoparticles random distributed on the surface. Electromagnetic interaction between the particles was taken into account in this model by the Lipman-Shwidenger equation. By this formalism we calculated transmission spectra of such a structure, which show the shift of the plasmon resonance at the adsorption on nanoparticles of an additional layer. On the base of this model which take into account interaction between the particles we can calculate the sensitivity of this sensors and find optimal parameters of the nanoparticles to increase it.

Keywords: monolayer, nanoparticles, sensor, local plasmons, optical response

СЕНСОРИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

PHYSICAL SENSORS

УДК 621.315.592

НАНОСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ СПОЛУК IV-VI ДЛЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ (ОГЛЯД)

Д. М. Фреїк, І. К. Юрчишин, В. М. Чобанюк, Р. І. Никируй, Ю. В. Лисюк

Фізико-хімічний інститут

Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76000, Україна,
e-mail: fcss@pu.if.ua, freik@pu.if.ua, igoor2010@gmail.com, chobanuk@pu.if.ua

НАНОСТРУКТУРИ НА ОСНОВІ СПОЛУК IV-VI ДЛЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ (ОГЛЯД)

Д. М. Фреїк, І. К. Юрчишин, В. М. Чобанюк, Р. І. Никируй, Ю. В. Лисюк

Анотація. Зроблено огляд робіт в області низькорозмірних термоелектричних матеріалів. Показано перспективність застосування надрешіток квантових точок, квантових дротів та квантових ям на базі сполук IV-VI для сенсорів теплових полів та термоелектричних перетворювачів енергії. Спостережувані осциляції у залежностях електропровідності, коефіцієнтів Зеебека та термоелектричної потужності від товщини квантових ям пояснено розмірним квантуванням через електронне обмеження. За періодом осциляцій товщинних залежностей експериментально визначених термоелектричних параметрів розраховано енергетичні характеристики наноструктур на основі халькогенідів свинцю та телуриду олова.

Ключові слова: наноструктури, надрешітки квантових точок, квантових дротів, квантових ям, квантово-розмірні ефекти

NANOSTRUCTURES ON THE BASE OF COMPOSITIONS IV-VI FOR THERMOELECTRIC ENERGY CONVERTERS. (OVERVIEW)

D. M. Freik, I. K. Yurchyshyn, V. M. Chobaniuk, R. I. Nykyruyi, Yu. V. Lysiuk

Abstract. The review of the works in the region of low-dimensional thermoelectric materials is done. It was shown the utilization's availability of superlattice of quantum dots, quantum wires and quantum wells on the base of composition IV-VI for thermal fields sensors of the thermoelectric energy converters. Observed oscillations in dependences of electrical conductivity, Seebeck and thermoelectric powers coefficients on the quantum wells thickness are associated with quantum size effects due to electron confinement. On the base of oscillation's period of thickness dependences of experimentally measured thermoelectric parameters the nanostructures energy characteristics on the base of lead chalcogenides and stannum teluride were evaluated.

Keywords: nanostructures, superlattice of quantum dots, quantum wires, quantum wells, quantum-size effects

**НАНОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ IV-VI ДЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ (ОБЗОР)**

Д. М. Фреик, И. К. Юрчишин, В. М. Чобанюк, Р. И. Никируй, Ю. В. Лисюк

Аннотация. Сделан обзор работ в области низкоразмерных термоэлектрических материалов. Показана перспективность применения сверхрешеток квантовых точек, квантовых проволок и квантовых ям на базе соединений IV-VI для сенсоров тепловых полей и термоэлектрических преобразователей энергии. Наблюдаемые осцилляции в зависимостях электропроводности, коэффициентов Зеебека и термоэлектрической мощности от толщины квантовых ям связаны с размерным квантованием из-за электронного ограничения. За периодом осцилляций толстотных зависимостей экспериментально определенных термоэлектрических параметров рассчитаны энергетические характеристики наноструктур на основе халькогенидов свинца и теллурида олова.

Ключевые слова: наноструктуры, сверхрешетки квантовых точек, квантовых проволок, квантовых ям, квантово-размерные эффекты

УДК 535.231.22

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМАМИ ЛИТИЯ И АЛЮМИНИЯ

В. А. Смынтына², В. М. Скобеєва^{1}, Н. В. Малущин¹*

¹ Научно-исследовательский институт физики Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, ул. Пастера, 27, 65026, Одесса, Украина

² Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Дворянская, 2, 65026, Одесса, Украина

*Тел. +38 048 7230329, e-mail: v_skobeeva@ukr.net

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФИДА КАДМИЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ АТОМАМИ ЛИТИЯ И АЛЮМИНИЯ

В. А. Смынтына, В. М. Скобеєва, Н. В. Малущин

Аннотация. Исследовалось получение и люминесценция нанокристаллов (НК) CdS, легированных примесью Li. Легированные НК были получены методом золь-гель технологии в желатиновом растворе. Обсуждается механизм люминесценции НК CdS (Li) с $\lambda_{\text{макс}} = 520$ нм и показано улучшение стабильности люминесценции при совместном легировании CdS атомами металлов Li и Al.

Ключевые слова: Люминесценция, нанокристаллы сульфида кадмия, примесное легирование

ЛЮМІНЕСЦЕНТНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКРИСТАЛІВ СУЛЬФІДУ КАДМІЮ, ЩО ЛЕГОВАНІ АТОМАМИ ЛІТІЮ І АЛЮМІНІЮ

В. А. Смынтына, В. М. Скобеєва, М. В. Малущин

Анотація. Досліджувалось отримання і люмінесцентні властивості нанокристалів (НК) CdS, що легировані домішками Li. Леговані НК були отримані методом золь-гель технології в желатиновому розчині. Обговорюється механізм люмінесценції НК CdS (Li) з $\lambda_{\text{макс}} = 520$ нм і показано покращення стабільності люмінесценції при сумісному легуванні CdS атомами металів Li і Al.

Ключові слова: Люмінесценція, нанокристали сульфіді кадмію, домішкове легування

LUMINESCENCE PROPERTIES OF LITHIUM AND ALUMINIUM –DOPED CADMIUM SULFIDE NANOCRYSTALS

V. A. Smyntyna, V. M. Skobeєva, N. V. Malushin

Abstract. The fabrication and luminescence of Li-doped NC CdS are investigated. Impurity-doped NC have been prepared by sol-gel method in gelatin solution. The luminescence mechanism Li-doped NC CdS are discussed and enhancement of stabilization of luminescence ($\lambda_{\text{max}} = 520$ nm) by Li and Al co-doping are shows.

Keywords: Luminescence, cadmium sulfide nanocrystals, impurity doping

ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

OPTICAL, OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

УДК 621.382.2.029.64

ВПЛИВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВІДПАЛУ НА СТРУМИ У ФОТОДІОДНИХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВІ КРТ

*Ф. Ф. Сизов, І. О. Лисюк, Ж. В. Гуменюк-Сичевська,
З. Ф. Цибрій, К. В. Андрєєва*

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України,
проспект Науки 41, Київ, 03028,
тел. 525–57–48, e-mail: lysiuk@isp.kiev.ua.

ВПЛИВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВІДПАЛУ НА СТРУМИ У ФОТОДІОДНИХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВІ КРТ

Ф. Ф. Сизов, І. О. Лисюк, Ж. В. Гуменюк-Сичевська, З. Ф. Цибрій, К. В. Андрєєва

Анотація. Подано результати дії серії послідовних низькотемпературних відпалів (70°C, 80°C, 90°C, 100°C тривалістю 10 годин) на розподіл струму в фотодіодних лінійках ІЧ діапазону (8–12 мкм), сформованих на епітаксійних плівках КРТ. Моделювання ВАХ фотодіода з урахуванням рівняння балансу носіїв заряду показало, що концентрація рекомбінаційних центрів зменшується, а час життя неосновних носіїв заряду збільшується. Висунуто припущення, що деградація фотодіодів після відпалу з температурою 100°C зумовлено малою товщиною епітаксійної плівки, а р-n перехід після відпалу досягає інтерфейсної границі.

Ключові слова: фотодіоди, низькотемпературний відпал, дифузія, КРТ

THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURE ANNEALING ON THE CURRENTS IN MCT PHOTODIODES

F. Sizov, I. Lysiuk, J. Gumenjuk-Sichevska, Z. Tsybrii, K. Andreeva

Abstract. The results of influence of a serial low temperature (70°C, 80°C, 90°C, 100°C during 10 hours) annealings of LW IR (8–12 μm) MCT photodiode arrays on dark current distribution have been shown. Modeling of the photodiode current-voltage characteristic subject to carriers balance equation has shown that concentration of recombination centers decreased, while lifetime of minority carriers increased. A supposition that after 100°C annealing the photodiode degradation is caused by the small film thickness and p-n-junction achieves the interface has been made.

Keywords: photodiodes, low temperature annealing, MCT, diffusion

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТЖИГА НА ТОКИ В ФОТОДИОДНЫХ СТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ КРТ

Ф. Ф. Сизов, И. А. Лысюк, Ж. В. Гуменюк-Сычевская, З. Ф. Цибрий, Е. В. Андреева

Аннотация. Приведены результаты влияния серии последовательно проведенных низкотемпературных отжигов (70°C, 80°C, 90°C, 100°C длительностью 10 часов) на распределение тока в фотодиодных линейках ИК-диапазона (8–12 мкм), сформированных на эпитаксиальных пленках КРТ. Моделирование ВАХ фотодиода с учетом уравнения баланса носителей заряда показало, что концентрация рекомбинационных центров уменьшается, а время жизни увеличивается. Предполагается, что деградация фотодиодов после отжига с температурой 100°C обусловлена малой толщиной эпитаксиальной пленки, а р-п переход после отжига достигает интерфейсной границы.

Ключевые слова: фотодиоды, низкотемпературный отжиг, диффузия, КРТ

УДК.621.315.592

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК $Cd_xZn_{1-x}O$, ВИРОЩЕНИХ ВИСОКОЧАСТОТНИМ МАГНЕТРОННИМ РОЗПИЛЮВАННЯМ

В. В. Хомяк⁺, М. М. Сльотов⁺⁺, О. М. Сльотов⁺⁺⁺

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
м. Чернівці, вул. Коцюбинського 2, 0(37)2244221
⁺v.khomyak@chnu.edu.ua, ⁺⁺mslyota@mail.ru, ⁺⁺⁺lslyota@rambler.ru

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОНКИХ ПЛІВОК $Cd_xZn_{1-x}O$, ВИРОЩЕНИХ ВИСОКОЧАСТОТНИМ МАГНЕТРОННИМ РОЗПИЛЮВАННЯМ

В. В. Хомяк, М. М. Сльотов, О. М. Сльотов

Анотація. Наводяться результати досліджень оптичного пропускання і відбивання тонких плівок $Cd_xZn_{1-x}O$. Використано метод λ -модуляції з метою виявлення особливостей енергетичної структури $Cd_xZn_{1-x}O$ в центрі зони Бріллюена.

Ключові слова: тонкі плівки $Cd_xZn_{1-x}O$, магнетронне розпилення, оптичне пропускання, оптичне відбивання, λ -модуляція

OPTICAL PROPERTIES OF $Cd_xZn_{1-x}O$ THIN FILMS, GROWTH BY HIGHFREQUENCY MAGNETRON SPUTTERING

V. V. Khomyak, M. M. Slyotov, O. M. Slyotov

Abstract. The results of $Cd_xZn_{1-x}O$ thin films optical transmission and reflection are examined. λ -modulation method was used. The energy structure peculiarities of $Cd_xZn_{1-x}O$ thin films in center Brilluen zone were determined.

Keywords: $Cd_xZn_{1-x}O$ thin films, magnetron sputtering, optical transmission, optical reflection, λ -modulation

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЁНОК $Cd_xZn_{1-x}O$, ВЫРАЩЕННЫХ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

В. В. Хомяк, М. М. Слёттов, О. М. Слёттов

Аннотация. Приведены результаты исследований оптического пропускания и отражения тонких плёнок $Cd_xZn_{1-x}O$. Использован метод λ -модуляции с целью установления особенностей энергетической структуры $Cd_xZn_{1-x}O$ в центре зоны Бриллюэна.

Ключевые слова: тонкие плёнки $Cd_xZn_{1-x}O$, магнетронное распыление, оптическое пропускание, оптическое отражение, λ -модуляция

БІОСЕНСОРИ

BIOSENSORS

UDC 544.654.076.324.4

HIGHLY SENSITIVE SENSOR FOR DETECTION OF VITAMIN B₁ ON THE NANOSTRUCTURAL SURFACE OF NICKEL

O. Shevchenko¹, O. Lut¹, O. Aksimentyeva^{1,2}

¹Bogdan Chmelnytskyi Cherkass National University
18031, Cherkassy, Shevchenko Squer, 81, e-mail: Lutlen@ukr.net

²Ivan Franko National University of Lviv,
79005, Lviv, Kyryla&Mefodia 6/8, e-mail: aksimen@ukr.net

HIGHLY SENSITIVE SENSOR FOR DETECTION OF VITAMIN B₁ ON THE NANOSTRUCTURAL SURFACE OF NICKEL

O. Shevchenko, O. Lut, O. Aksimentyeva

Abstract. Vitamin B₁ (thiamine bromide) is a component of the ferments, which take part in the exchange of substances flowing in alive organisms and has a wide application in medical practices for medical treatment of different nerve illnesses. As alternative to polarograph detection of vitamin, we propose a voltamperometric chemosensor where nanostructured surface of nickel is used as indicator electrode. It claims that thiamine bromide has a significantly higher discharge intensity on the nanostructural nickel electrode than on the smooth one in 2–3 times and increases in the factor of tens as compared with mercury electrode. This significantly increases a sensitivity of sensor and make it application more safe.

Keywords: nanostrutered electrode, vitamin B₁, voltammetry, chemosensor, sensitivity

ВИСОКОЧУТЛИВИЙ СЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІТАМІНУ В₁ НА НАНОСТРУКТУРОВАНІЙ ПОВЕРХНІ НІКЕЛЮ

О. Шевченко, О. Лут, О. Акіментьєва

Анотація. Вітамін В₁ (тіамін бромід) входить до складу ферментів, які беруть участь в обміні речовин в живих організмах, що зумовлює його широке застосування у медичній практиці для лікування різноманітних нервових хвороб. На відміну від полярографічного визначення вітаміну В₁, запропоновано вольтамперометричний хемосенсор, в якому як індикаторний електрод використовується наноструктурована поверхня нікелю. Встановлено, що інтенсивність розряду тіамін броміду на наноструктурованій нікелевій поверхні вища порівняно з гладким нікелевим електродом у 2–3 рази і збільшується у десятки разів порівняно з ртутним електродом. Це забезпечує значне підвищення чутливості сенсора і робить його використання більш безпечним.

Ключові слова: наноструктурований електрод, вітамін В₁, вольтамперометрія, хемосенсор, чутливість

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИТАМИНА В₁ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НИКЕЛЯ

А. Шевченко, Е. Лут, Е. Аксиментьева

Аннотация. Витамин В₁ (тиамин бромид) входит в состав ферментов, принимающих участие в обмене веществ в живых организмах, и широко применяется в медицинской практике для лечения разнообразных нервных заболеваний. В отличие от полярографического определения витамина В₁, предложен вольтамперометрический хемосенсор, в котором в качестве индикаторного электрода используется наноструктурированная поверхность никеля. Установлено, что интенсивность разряда тиамин бромида на нано-структурированной никелевой поверхности повышается в 2–3 раза по сравнению с гладким никелевым электродом и возрастает в десятки раз по сравнению с ртутным электродом. Это обеспечивает значительное повышение чувствительности сенсора и делает его использование более безопасным.

Ключевые слова: наноструктурированный электрод, витамин В₁, вольтамперометрия, хемосенсор, чувствительность

УДК 543.544, 517.958, 681.586

ЕЛЕКТРОХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНА СЕНСОРИКА ЖОВЧНИХ ПІГМЕНТІВ

К. М. Музыка

Харківський національний університет радіоелектроніки,
лаб. Аналітичної оптикоелектроніки,
61166, Україна, м. Харків, пр. Леніна, 14
E-mail: mkm@kture.kharkov.ua, rzh@kture.kharkov.ua

ЕЛЕКТРОХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНА СЕНСОРИКА ЖОВЧНИХ ПІГМЕНТІВ

К. М. Музыка

Анотація. У роботі вперше продемонстровано можливість використання електрохемилюмінесцентного (ЕХЛ) методу детектування в сенсоріці жовчного пігменту білірубину у водному розчині. Показаний співреагентний характер участі білірубину у гомогенних ЕХЛ-реакціях з електрогенерованими іон-радикалами трисбіпіридила рутенію ($\{Ru(bpy)_3\}^{+3}$). Досліджено електрохімічну поведінку та режими електрохімічного збудження ЕХЛ тестових розчинів з білірубіном з використанням скловуглецевого електрода з алмазоподібним покриттям, вплив на аналітичний сигнал величини рН та концентрації пігменту.

Ключові слова: білірубін, жовчний пігмент, гіпербілірубінемія, електрохемилюмінесценція, буферний розчин, трисбіпіридил рутенію, співреагент, алмазоподібне покриття

ELECTROCHEMILUMINESCENT SENSORICS OF BILE PIGMENTS

К. М. Музыка

Abstract. For the first time the possibility of electrochemiluminescent (ECL) method using for the bile pigment, namely bilirubin, detection in aqueous solution was demonstrated. The coreactant nature of the involvement of bilirubin in the homogeneous ECL reactions with electrogenerated ion radicals trisbipyridine ruthenium ($\{Ru(bpy)_3\}^{+3}$) was shown. Electrochemical behavior and modes of electrochemical excitation of ECL in model solutions with bilirubin using glassy carbone electrode with a diamond-like coating and influence of pH and concentration of pigment on the analytical signal were investigated.

Keywords: bilirubin, bile pigment, hyperbilirubinemia, electrogenerated chemiluminescence, buffer solution, trisbipyridil ruthenium, coreactant, diamond-like carbon coating

ЭЛЕКТРОХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ СЕНСОРИКА ЖЕЛЧНЫХ ПИГМЕНТОВ

Е. Н. Музыка

Аннотация. В работе впервые продемонстрирована возможность использования электрохемилюминесцентного (ЭХЛ) метода детектирования в сенсорике желчного пигмента билирубина в водном растворе. Показан сореагентный характер участия билирубина в гомогенных ЭХЛ-реакциях с электрогенерированными ион-радикалами трисбипиридила рутения ($\{Ru(bpy)_3\}^{+3}$). Исследованы электрохимическое поведение и режимы электрохимического возбуждения ЭХЛ тестовых растворов с билирубином с использованием стеклоглеродного

электрода с алмазоподобным покрытием, влияние на аналитический сигнал величины pH и концентрации пигмента.

Ключевые слова: билирубин, желчный пигмент, гипербилирубинемия, электрохемилюминесценция, буферный раствор, трисбипиридил рутения, сореагент, алмазоподобное покрытие

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

SENSOR MATERIALS

PACS: 85.35.Be, 73.21.La, 73.40.Kp

ELECTRONIC PROPERTIES OF THE FET STRUCTURES WITH QDS LAYER UNDER THE GATE AREA

*V. V. Ilchenko**, *S. D. Lin***, *V. V. Marin**, *O. V. Tretyak**

*Institute of high technology, Taras Shevchenko Kiev National University, 64 Volodymyrskaya Street, Kiev 01033, Ukraine, tel./fax. +38(044)5224052, e-mail: ilch@univ.kiev.ua

**Department of Electronics Engineering, National Shiao-Tung University, 1001 Ta Hsueh Road, Hsinchu, 300, Taiwan, tel./fax. +886(3)5131240, e-mail:sdlin@mail.nctu.edu.tw

ELECTRONIC PROPERTIES OF FET STRUCTURES WITH QDS LAYER UNDER THE GATE AREA

V. V. Ilchenko, S. D. Lin, V. V. Marin, O. V. Tretyak

Abstract. The field-effect transistor (FET) structures with quantum dots (QDs) layer placed close to the high electron mobility channel on the heterojunction GaAs/AlGaAs are investigated in this paper. It was shown that charge accumulated in QDs layer can essentially change the threshold voltage value needed to open the channel. Because of kinetic nature of capturing and emitting processes in QDs the differential capacitance measured between Source and Gate has the specific view with several maximums on C-V curves depending of the frequency of testing signal. Due to influence of charge accumulation in QDs on the coefficient of transmission for the transistors with QDs layer under the gate the FET structure demonstrates the effect of dynamical changing of channel conductivity.

Keywords: field-effect transistors, quantum dots, GaAs/AlGaAs

ЕЛЕКТРОННІ ВЛАСТИВОСТІ ПТ СТРУКТУР З ШАРОМ КТ В ПІДЗАТВОРНІЙ ОБЛАСТІ

В. В. Ільченко, Ш. Д. Лін, В. В. Марін, О. В. Третяк

Анотація. В даній статті досліджувалися структури польових транзисторів (ПТ) з шаром квантових точок (КТ), розташованим близько до каналу з високою електронною рухливістю на гетерограниці GaAs/AlGaAs. Було показано, що електричний заряд, що акумулюється в шарі КТ, може суттєво змінювати значення порогової напруги необхідної для відкриття каналу. Через кінетичну природу процесів захоплення та емісії в КТ диференціальна ємність, виміряна між витокком та затвором, має специфічний вигляд з кількома максимумами на C-V кривій в залежності від частоти тестового сигналу. Завдяки впливу накопичення заряду в КТ коефіцієнт передачі для транзистору з шаром КТ в підзатворній області демонструє ефект динамічної зміни провідності каналу.

Ключові слова: польові транзистори, квантові точки, GaAs/AlGaAs

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ПТ СТРУКТУР СО СЛОЕМ КТ В ПОДЗАТВОРНОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Ильченко, Ш. Д. Лин, В. В. Марин, О. В. Третьяк

Аннотация. В данной статье исследовались структуры полевых транзисторов (ПТ) со слоем квантовых точек (КТ), размещенным вблизи канала с высокой электронной подвижностью на гетерогранице GaAs/AlGaAs. Было показано, что электрический заряд, который аккумулируется в слое КТ, может существенно изменять значение порогового напряжения необходимого для открывания канала. Из-за кинетической природы процессов захвата и эмиссии в КТ дифференциальная емкость, измеренная между истоком и затвором, имеет специфический вид с несколькими максимумами на $C-V$ кривой в зависимости от частоты тестового сигнала. Благодаря накоплению заряда в КТ коэффициент передачи транзистора со слоем КТ в подзатворной области демонстрирует эффект динамического изменения проводимости канала.

Ключевые слова: полевые транзисторы, квантовые точки, GaAs/AlGaAs

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СЕНСОРІВ

SENSORS PRODUCTION TECHNOLOGIES

PACS 68.35.BG 68.37.HK

СЕЛЕКТИВНОЕ ТРАВЛЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ p -InP С НАНЕСЕННЫМИ НА НИХ ЦАРАПИНАМИ

Я. А. Сычкова¹, В. В. Кидалов¹, Г. А. Сукач²

¹ Бердянский государственный педагогический университет

ул. Шмидта 4, Бердянск, 71118, Украина

E-mail- yanasuchikova@mail.ru

Тел. 06153 46054

² Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарьова НАН Украины,
Проспект Науки 41, Киев, 03028, Украина

СЕЛЕКТИВНОЕ ТРАВЛЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ p -InP С НАНЕСЕННЫМИ НА НИХ ЦАРАПИНАМИ

Я. А. Сычкова, В. В. Кидалов, Г. А. Сукач

Аннотация. В работе представлена методика получения пористых слоев на поверхности фосфида индия p -типа, которая заключается в фотоэлектрохимическом травлении кристалла. Для определения зависимости образования пор от дефектов, на исследуемые образцы наносились царапины, которые специально производились с неровными краями для исследования движения дислокаций вдоль механических дефектов. При повреждении кристалла механическим путем происходит «стекание» дислокаций и дефектов к поцарапанным участкам, что в свою очередь, инициирует рост пор во время травления.

Ключевые слова: пористый фосфид индия, дислокации, фотоэлектрохимическое травление

СЕЛЕКТИВНЕ ТРАВЛЕННЯ КРИСТАЛІВ p -InP З НАНЕСЕНІМИ НА НИХ ПОДРЯПИНАМИ

Я. О. Сичікова, В. В. Кідалов, Г. О. Сукач

Анотація. В роботі представлено методику отримання поруватих шарів на поверхні фосфиду індію p -типу, яка полягає в фотоелектрохімічному травленні кристалу. Для визначення залежності утворення пор від дефектів, на досліджувані зразки наносили подряпини, які спеціально виготовлялися з нерівними краями для дослідження руху дислокацій вздовж механічних дефектів. При пошкодженні кристалу механічним шляхом відбувається «стікання» дислокацій та дефектів до подряпаних ділянок, що в свою чергу ініціює ріст пор під час травлення.

Ключові слова: поруватий фосфід індію, дислокації, фотоелектрохімічне травлення

SELECTIVE ETCHING OF CRYSTALS p-InP WITH SCRATCHES PUT ON THEM

J. A. Suchikova, V. V. Kidalov, G. A. Sukach

Abstract. The paper presents a methodology for obtaining porous layers on the surface of indium phosphide p-type, which is the photoelectrochemical etching of the crystal. To determine the dependence of pore formation of defects on the samples deposited scratches, which are specially made with rough edges for the study of dislocation motion along the mechanical defects. If the damage of the crystal in a mechanical way is "trickling" of dislocations and defects to the scratched areas, which in turn initiates the growth of pores during the etching.

Keywords: porous indium phosphide, dislocations, photoelectrochemical etching

СЕНСОРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

SENSORS AND INFORMATION SYSTEMS

УДК 536.5(03)

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В. Г. Мельник¹, М. П. Рубанчук¹, В. А. Романов², Я. И. Лепих³

¹Институт электродинамики НАН Украины
Украина, просп. Победы, 56, г. Киев-57, 03680
т. +38(044)-454–25–11, E-mail: melnik@ied.org.ua

² Институт кибернетики имени В. М. Глушкова НАН Украины

³Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В. Г. Мельник, М. П. Рубанчук, В. А. Романов, Я. И. Лепих

Аннотация. Рассмотрены особенности построения термобиосенсорной системы для измерения малых тепловых эффектов химических реакций. Приведены ее структурная схема, диаграммы откликов на исследуемые тепловые эффекты, характеристики преобразования.

Ключевые слова: Измерительная система, термобиосенсор, калориметр, калибровка

МЕТРОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОЧУТЛИВОЇ ІНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЇ КАЛОРИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ

В. Г. Мельник, М. П. Рубанчук, В. О. Романов, Я. І. Лепих

Анотація. Розглянуті особливості побудови термобіосенсорної системи для вимірювання малих теплових ефектів хімічних реакцій. Наведені її склад, структурна схема, діаграми відгуків на досліджувані теплові ефекти, характеристики перетворення.

Ключові слова: Вимірювальна система, термобіосенсор, калориметр, калібровка

METROLOGICAL STUDY OF THE INTELLECTUAL HIGH-SENSITIVITY CALORIMETER SYSTEM

V. G. Melnik, M. P. Rubanchuk, V. A. Romanov, Ya. I. Lepikh

Abstract. The features of construction of the termobiosensor system for measuring small thermal effects of chemical reactions are discussed. The block diagram of the system, the diagrams of responses to the thermal effects, which are studied, the characteristics of transformation are shown.

Keywords: Measurement, system, termobiosensor, calorimeter, calibrating

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛ ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рукописи надсилати за адресою:

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

Правила підготовки рукопису:

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

Авторське право переходить Видавцю.

Титульний аркуш:

1. PACS і Універсальний Десятковий Код

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Порядок оформлення літератури повинен відповідати вимогам ВАК України, наприклад

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

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

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

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

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

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

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

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

8. Васильев Н.В. Оптические сенсоры на пленках A_2V_6 ; Дис. канд.физ. — мат. наук, 05.05.04. — К.,1993. — 212 с.

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

Виносок, якщо можливо, бажано уникати.

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

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

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

Фотографії повинні бути оригінальними.

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

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS THE REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION

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

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

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

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

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

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

The Editors asks the authors to follow the next rules:

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

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

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

Manuscripts should be sent to:

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

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

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

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

The manuscript preparation rules:

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

Copyright transfer to the Publisher.

Title Page:

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

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

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

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

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

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

placed under the abstract and written in the same language.

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

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

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

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

The format for references is as follows:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Footnotes should be avoided if possible.

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

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

Photographs should be submitted as original prints.

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

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

Підписано до друку 10.12.2010. Формат 60x84/8. Папір офсетний. Гарнітура «Newton». Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 12,09. Тираж 300 прим. Зам. № 841.

Видавництво і друкарня «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21.
Тел.: (048) 37-07-95, 37-24-26, 33-07-17, 37-14-25.
www.astroprint.odessa.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.