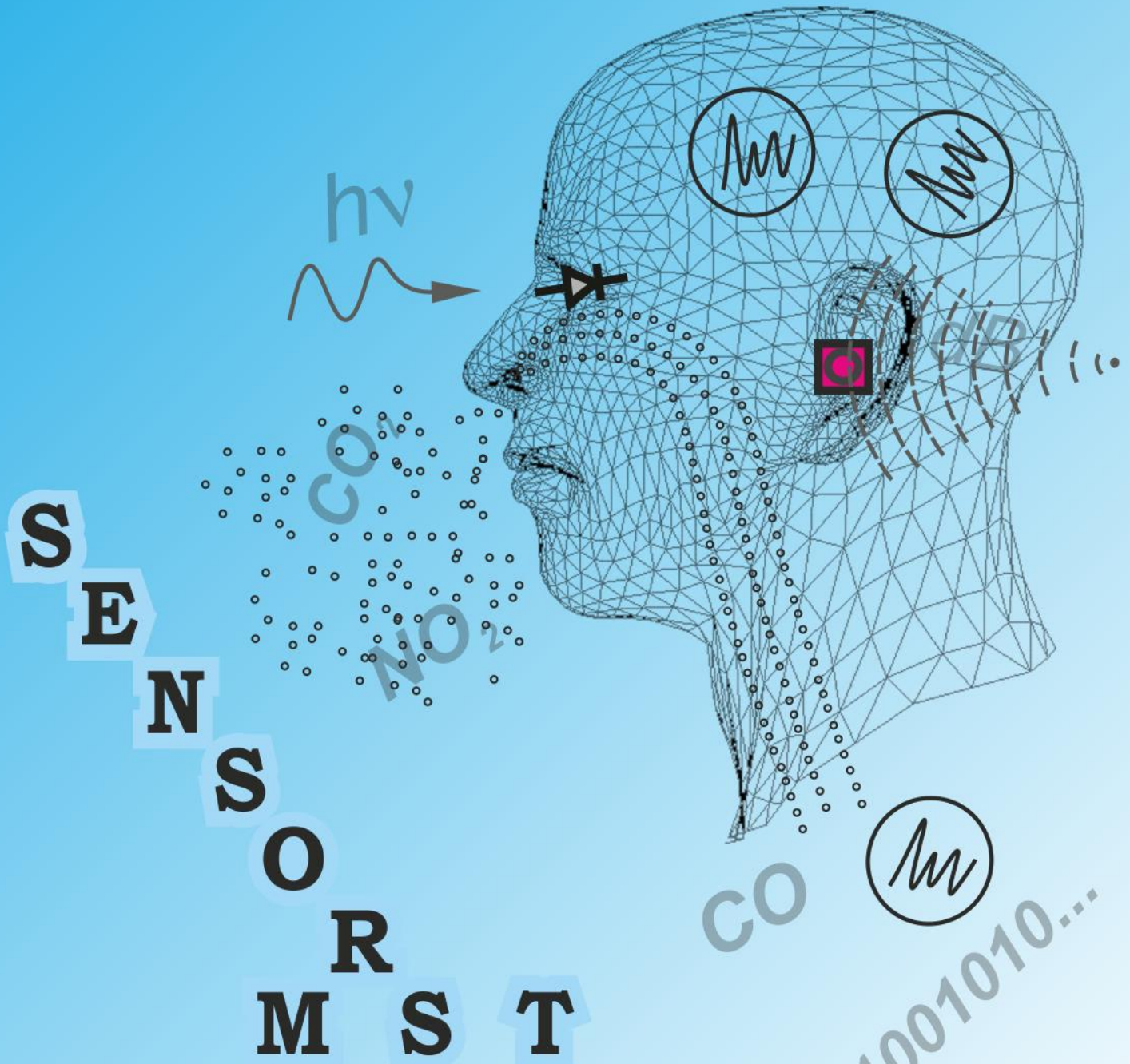


СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА

І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ



2014 - Т. 11, №2

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

**SENSOR
ELECTRONICS
AND MICROSYSTEM
TECHNOLOGIES
2014 — VOL. 11, № 2**

Scientific and Technical Journal

It is based 13.11.2003 року.
The Journal issue four times a year

UDC 681.586

Founded by Odessa I. I. Mechnikov
National University

At support of the Ukrainian Physical Society

Certificate of State Registration KB № 8131

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

The Journal is reviewed by RJ «Djereło»
and RJ ICSTI (Russia)

Publishes on the resolution of Odessa
I. I. Mechnikov National University
Scientific Council. *Transaction № 9,*
27 May, 2014

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

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

**СЕНСОРНА
ЕЛЕКТРОНІКА
І МІКРОСИСТЕМНІ
ТЕХНОЛОГІЇ
2014 — Т. 11, № 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 № 9 від 27.05.2014 р.

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

Editorial Board:

Editor-in-Chief **Smytyna 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)

Науковий редактор випуску - **Лепіх Я. І.**

Редакційна колегія:

Головний редактор **Смїнтина 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)
Ленков С. В. — (Київ, Україна)
Мачулін В. Ф. — (Київ, Україна)
Назаренко А. Ф. — (Одеса, Україна)
Неізнстний 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)
Трегак О. В. — (Київ, Україна)
Чаудхрі А. — (Чандігар, Індія)

ЗМІСТ

CONTENS

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

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

Yu. O. Kruglyak, M. V. Strikha

LESSONS OF NANO-ELECTRONICS: SPIN TRANSPORT AND QUANTUM SPIN HALL EFFECT BY «BOTTOM – UP» APPROACH5

Ю. О. Кругляк, М. В. Стриха

УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: ТРАНСПОРТ СПІНІВ І КВАНТОВИЙ СПІНОВИЙ ЕФЕКТ ХОЛЛА В КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»

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

T. N. Sakun

PROCESSES OF EXCITATION RELAXATION IN MOLECULAR SYSTEMS FOR DIFFERENT TEMPERATURES23

Т. Н. Сакун

ПРОЦЕСИ РЕЛАКСАЦІЙ ВОЗБУЖДЕННЯ В МОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМАХ ПРИ РІЗЛИЧНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Optical and optoelectronic and radiation sensors

Оптичні, оптоелектронні і радіаційні сенсори

S. M. Kukhtin, Yu. P. Machekhin, E. I. Chernyakov

MODULATION LASER SPECTROSCOPY METHOD FOR IR-RADIATION LOSSES MEASUREMENTS IN GASES31

С. М. Кухтин, Ю. П. Мачехин, Э. И. Черняков

МЕТОД МОДУЛЯЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ЗАДАЧАХ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕРЬ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ В ГАЗАХ

S. V. Pogorelov, B. V. Safronov, V. P. Balkashin, I. A. Priz

MEASUREMENT OF FACTOR OF ABSORPTION EFFICIENCY TEMPERATURE DEPENDENCE OF PLATINUM BOLOMETER.....40

С. В. Погорелов, Б. В. Сафронов, В. П. Балкашин, И. А. Приз

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ПЛАТИНОВОГО БОЛОМЕТРА НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ 1,06 МКМ

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

A. A. Svinarenko

SENSING RYDBERG AUTOIONIZATION RESONANCES IN SPECTRUM OF YTTERBIUM: NEW SPECTRAL DATA AND EFFECTS47

А. А. Свинаренко

ДЕТЕКТУВАННЯ РІДБЕРГІВСЬКИХ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ РЕЗОНАНСІВ В СПЕКТРИ ІТТЕРБІУ: НОВІ СПЕКТРАЛЬНІ ДАНІ ТА ЕФЕКТИ

**Матеріали для сенсорів
Sensor materials**

N. K. Tovstyuk

OPTICAL STUDIES OF INTERCALATED LAYER CRYSTALS AS MATERIALS OF FUNCTIONAL ELECTRONICS53

Н. К. Товстюк

ОПТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ШАРУВАТИХ
КРИСТАЛІВ ЯК МАТЕРІАЛІВ
ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Sensors and information systems
Сенсори та інформаційні системи

Ya. I. Lepikh, I. O. Ivanchenko,
L. M. Budyanskaya, V. I. Santoniy

WAYS of the OPTICO-ELECTRONIC
SENSOR INTELLECTUALIZATION.....61

Я. І. Лепіх, І. О. Іванченко, Л. М. Будіянська,
В. І. Сантоній

ШЛЯХИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ОПТИКО-
ЕЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА

Інформація для авторів. Вимоги до
оформлення статей у журнал.....65

Information for contributors. The
requirements on papers preparation.....68

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

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

PACS: 05.60.Gg, 72.25.-b, 73.43.-f, 85.30.Fg, 85.35.-p

УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: ТРАНСПОРТ СПІНІВ І КВАНТОВИЙ СПІНОВИЙ ЕФЕКТ ХОЛЛА В КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»

*Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, Одеса, Україна

тел. (067) 725 2209, E-mail: quantumnet@yandex.ua

* Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України

пр. Науки, 41, Київ, Україна

тел. (044) 525 6033, E-mail: maksym_strikha@hotmail.com

УРОКИ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ: ТРАНСПОРТ СПІНІВ І КВАНТОВИЙ СПІНОВИЙ ЕФЕКТ ХОЛЛА В КОНЦЕПЦІЇ «ЗНИЗУ – ВГОРУ»

Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха

Анотація. На продовження попередніх навчально-оглядових статей авторів у рамках концепції «знизу – вгору» сучасної наноелектроніки розглядається спіновий транспорт у моделі нерівноважних функцій Гріна (НРФГ) у спінорному зображенні. Описано, зокрема, спіновий вентиль, обертання магнітних контактів, прецесію спіну і обертання спінів, спінові гамільтоніани Зеємана і Рашби, квантовий спіновий ефект Холла, обчислення спінового потенціалу, чотирьохкомпонентний формат опису транспорту.

Ключові слова: нанофізика, наноелектроніка, молекулярна електроніка, «знизу–вгору», транспорт спінів, спіновий вентиль, прецесія спіну, спінові гамільтоніани, зеєманове розщеплення, ефект Рашби, спінори, квантовий спіновий ефект Холла, метод НРФГ.

LESSONS OF NANOELECTRONICS: SPIN TRANSPORT AND QUANTUM SPIN HALL EFFECT BY «BOTTOM – UP» APPROACH

Yu. O. Kruglyak, M. V. Strikha

Abstract. Spin transport within the Non-Equilibrium Green's Functions (NEGF) method in the spinor representation, in particular, spin valve, rotating magnetic contacts, spin precession and rotating spins, Zeeman and Rashba spin Hamiltonians, quantum spin Hall effect, calculation of the spin potential, and four-component description of transport are discussed in the frame of the «bottom – up» approach of modern nanoelectronics in continuation to the previous tutorial review articles of the authors.

Keywords: nanophysics, nanoelectronics, molecular electronics, bottom–up, spin transport, spin valve, spin precession, spin Hamiltonians, Zeeman splitting, Rashba effect, spinors, quantum spin Hall effect (QSHE), NEGF.

УРОКИ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ: ТРАНСПОРТ СПИНОВ И КВАНТОВЫЙ СПИНОВЫЙ ЭФФЕКТ ХОЛЛА В КОНЦЕПЦИИ «СНИЗУ – ВВЕРХ»

Ю. А. Кругляк, М. В. Стриха

Аннотация. В продолжение предыдущих учебно-обзорных статей авторов в рамках концепции «снизу – вверх» нанозлектроники рассматривается спиновый транспорт в формализме метода неравновесных функций Грина (НРФГ) в спинорном представлении, в частности, обсуждаются спиновый вентиль, вращение магнитных контактов, прецессия спина и вращение спинов, роль спиновых гамильтонианов Зеемана и Рашбы, квантовый спиновый эффект Холла, вычисление спинового потенциала, четырехкомпонентный формат описания транспорта.

Ключевые слова: нанопизика, нанозлектроника, молекулярная электроника, снизу-вверх, транспорт спинов, спиновый вентиль, прецессия спина, спиновые гамильтонианы, зеемановское расщепление, эффект Рашбы, спиноры, квантовый спиновый эффект Холла, метод НРФГ.

SENSORS DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING

ПРОЕКТУВАННЯ І МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕНСОРІВ

PACS 32.18Md; УДК 539.186

ПРОЦЕССЫ РЕЛАКСАЦИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Т. Н. Сакун

Национальный авиационный университет, пр. Комарова, 16, 03208, г. Киев, Украина
(tasa2008@ukr.net)

ПРОЦЕССЫ РЕЛАКСАЦИИ ВОЗБУЖДЕНИЯ В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Т. Н. Сакун

Аннотация. В работе проведены исследования частотной и температурной зависимости квантового выхода фотодиссоциации молекул метиленового голубого и резазурина в твердом полимерном растворе. Найдена эмпирическая зависимость константы скорости релаксации возбуждения от разности энергий между возбужденными состояниями и температуры:

$k_{mn} = k_0 \cdot \exp(-b \cdot \frac{\Delta E_{mn}}{kT})$, где $b = 0,1$. Моделирование процессов релаксации позволило показать,

что экспериментальные результаты можно описать, если предположить, что в формировании полос ультрафиолетового поглощения принимают участие не только электронно-колебательные состояния, но и взаимодействие этих состояний с фононами матрицы растворителя. В итоге получена теоретическая зависимость, адекватно описывающая экспериментальные результаты.

Ключевые слова: релаксация возбуждения, фотодиссоциация молекул метиленового голубого и резазурина

ПРОЦЕСИ РЕЛАКСАЦІЇ ЗБУДЖЕННЯ В МОЛЕКУЛЯРНИХ СИСТЕМАХ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Т. М. Сакун

Анотація. У роботі проведені дослідження частотної і температурної залежності квантового виходу фотодісоціації молекул метиленового блакитного і резазуріна в твердому полімерному розчині. Знайдена емпірична залежність константи швидкості релаксації збудження від різниці

енергій між збудженими станами і температури: $k_{mn} = k_0 \cdot \exp(-b \cdot \frac{\Delta E_{mn}}{kT})$, де $b = 0,1$. Моделювання

процесів релаксації дозволило показати, що експериментальні результати можна описати, якщо припустити, що у формуванні смуг ультрафіолетового поглинання беруть участь не тільки електронно-коливальні стани, але і взаємодія цих станів з фононами матриці розчинника. У підсумку отримана теоретична залежність, яка адекватно описує експериментальні результати.

Ключові слова: релаксація збудження, фотодісоціація молекул метіленового блакитного і резазурина

PROCESSES OF EXCITATION RELAXATION IN MOLECULAR SYSTEMS FOR DIFFERENT TEMPERATURES

T. N. Sakun

Abstract. In the work studying frequency and temperature dependence of quantum output of the methylene blue molecules and rezazurine molecules in the solid polymer solution are carried out. It has been found an empirical dependence for the constant of speed of excitation relaxation on

difference between excited states and temperature: $k_{mn} = k_0 \cdot \exp(-b \cdot \frac{\Delta E_{mn}}{kT})$, where $b = 0,1$. Modelling

the processes of excitation relaxation allows to show that the experimental results can be described in supposing that not only electron-vibrational states, but interaction of these states with phonons of the solvent matrix participate in forming the UV absorption bands. As a result, it is obtained the theoretical dependence, which adequately describes the experimental results.

Keywords: excitation relaxation, photodissociation of the methylene blue and rezazurine molecules

OPTICAL AND OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

УДК 621.375.826:543.272.3

МЕТОД МОДУЛЯЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ЗАДАЧАХ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕРЬ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ В ГАЗАХ

С. М. Кухтин, Ю. П. Мачехин, Э. И. Черняков

Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
пр. Ленина, 14, Харьков, 61000, Украина, тел. (057) 712-10-13,
E-mail: sergeikukhtin@hotmail.com, yuri_m49@mail.ru, chernyakoved@yandex.ru

МЕТОД МОДУЛЯЦИОННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ЗАДАЧАХ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕРЬ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ В ГАЗАХ

С. М. Кухтин, Ю. П. Мачехин, Э. И. Черняков

Аннотация. В работе анализируется метод модуляционной лазерной спектроскопии (МЛС) с использованием прямого преобразования Фурье для оценки концентрации газа в смеси. Проведена оценка применимости приближенных аналитических выражений, полученных для случаев малых потерь в газах с двухуровневой системой поглощения, при измерениях больших значений коэффициентов поглощения или значительных концентраций. Также анализируется влияние частотной зависимости мощности излучения лазера на точность вычисления данных параметров.

Ключевые слова: лазерная спектроскопия, поглощающая среда, коэффициент потерь, прямое преобразование Фурье

МЕТОД МОДУЛЯЦІЙНОЇ ЛАЗЕРНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ В ЗАДАЧАХ ВИМІРУ ВТРАТ ІЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ В ГАЗАХ

С. М. Кухтін, Ю.П. Мачехін, Е. І. Черняков

Анотація. У роботі аналізується метод модуляційної лазерної спектроскопії (МЛС) з використанням прямого перетворення Фур'є для оцінки концентрації газу у суміші. Проведено

оцінку можливості застосування наближених аналітичних виразів, отриманих для випадку малих втрат в газах с дворівневою системою поглинання, при вимірах великих значень коефіцієнтів поглинання, або значних концентрацій. Також аналізується вплив частотної залежності потужності випромінювання лазера на точність обчислення даних параметрів.

Ключові слова: лазерна спектроскопія, що поглинає середу, коефіцієнт втрат, пряме перетворення Фур'є

MODULATION LASER SPECTROSCOPY METHOD FOR IR-RADIATION LOSSES MEASUREMENTS IN GASES

S. M. Kukhtin, Yu. P. Machekhin, E. I. Chernyakov

This paper provides analysis related to modulation laser spectroscopy method (MLS) with utilization of direct Fourier transform for determination of either loss coefficient or gas concentration in the mixture. Applicability of approximate analytical equations that are used for low attenuation in gases with two level absorption was appraised for high absorption coefficients or concentrations. Analysis of frequency related power dependence of the laser source and its influence on calculated accuracy of abovementioned parameters is also provided in this work.

Keywords: laser spectroscopy, an absorbing medium, loss coefficient, the direct Fourier transform

OPTICAL AND OPTOELECTRONIC AND RADIATION SENSORS

ОПТИЧНІ, ОПТОЕЛЕКТРОННІ І РАДІАЦІЙНІ СЕНСОРИ

УДК 535.2, 535.5, 536.3, 53.08

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ПЛАТИНОВОГО БОЛОМЕТРА НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ 1,06 МКМ

С. В. Погорелов¹, Б. В. Сафронов², В. П. Балкашин², И. А. Приз²

¹Национальный фармацевтический университет
53, ул. Пушкинская, г. Харьков, 61002, Украина, e-mail: svrog@yahoo.co.uk
²Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
4, пл. Свободы, г. Харьков, 61022, Украина

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ПЛАТИНОВОГО БОЛОМЕТРА НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ 1,06 МКМ

С. В. Погорелов, Б. В. Сафронов, В. П. Балкашин, И. А. Приз

Аннотация. Обоснована и экспериментально проверена методика измерения температурной зависимости факторов эффективности поглощения тонкопроволочных платиновых болометров для *E*- и *H*- поляризаций излучения с учётом неравномерности распределения падающей интенсивности. Измерения выполнены для платиновых болометров на излучении неодимового лазера с длиной волны 1,06 мкм.

Ключевые слова: болометр, лазер, энергия, поляризация, поглощение

ВІМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ФАКТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОГЛИНАННЯ ПЛАТИНОВОГО БОЛОМЕТРА НА ДОВЖИНІ ХВИЛІ 1,06 МКМ

С. В. Погорелов, Б. В. Сафронов, В. П. Балкашин, І. О. Пріз

Анотація. Обґрунтовано і експериментально перевірено методику вимірювання температурної залежності факторів ефективності поглинання тонкодротяних платинових болометрів для *E*- і *H*- поляризації випромінювання з урахуванням нерівномірності розподілу

падаючої інтенсивності. Вимірювання виконані для платинових болометрів на випромінюванні неодимового лазера з довжиною хвилі 1,06 мкм.

Ключові слова: болометр, лазер, енергія, поляризація, поглинання

MEASUREMENT OF TEMPERATURE DEPENDENCE OF FACTORS OF ABSORPTION EFFICIENCY OF PLATINUM BOLOMETER ON RADIATION WAVELENGTH 1.06 MICRON

S. V. Pogorelov, B. V. Safronov, V. P. Balkashin, I. A. Priz

Abstract. The method of temperature dependence measurement of factor of absorption efficiency of thin-wire platinum bolometer for E- and H-polarized radiation is grounded and experimentally checked taking into account intense distribution unevenness. Measurements have been carried out for platinum bolometers on the neodymium laser with wavelength 1.06 microns.

Keywords: bolometer, laser, energy, polarization, absorption

NANOSENSORS (PHYSICS, MATERIALS, TECHNOLOGY)

НАНОСЕНСОРИ (ФІЗИКА, МАТЕРІАЛИ, ТЕХНОЛОГІЯ)

31.50.+w, 34.80.-i; UDC 539.182

SENSING RYDBERG AUTOIONIZATION RESONANCES IN SPECTRUM OF YTTERBIUM: NEW SPECTRAL DATA AND EFFECTS

A. A. Svinarenko

Odessa State Environmental University, 15, L'vovskaya str., Odessa, 65016, Ukraine
e-mail: quantsvi@mail.ru

SENSING RYDBERG AUTOIONIZATION RESONANCES IN SPECTRUM OF YTTERBIUM: NEW SPECTRAL DATA AND EFFECTS

A. A. Svinarenko

Abstract. We applied a generalized energy approach (Gell-Mann and Low S-matrix formalism) combined with the relativistic multi-quasiparticle (QP) perturbation theory (PT) with the Dirac-Kohn-Sham zeroth approximation to studying autoionization resonances (AR) in complex atoms, in particular, energies and widths for the ytterbium in Rydberg states. The unusual features of the Rydberg autoionization resonances in ytterbium can be effectively used in new types of the quantum sensors.

Keywords: spectroscopy of autoionization resonances, relativistic energy approach, quantum sensors

ДЕТЕКТУВАННЯ РІДБЕРГІВСЬКИХ АВТОІОНІЗАЦІЙНИХ РЕЗОНАНСІВ В СПЕКТРІ ІТТЕРБІЮ: НОВІ СПЕКТРАЛЬНІ ДАНІ ТА ЕФЕКТИ

A. A. Свинаренко

Анотація. Узагальнений енергетичний підхід (S-матричний формалізм Гелл-Мана та Лоу) и релятивістська теорія збурень з дірак-кон-шемівським нульовим наближенням застосовані до вивчення автоіонізаційних резонансів у складних атомах, зокрема, енергій та ширин автоіонізаційних резонансів у ітербії у рідбергівських станах. Незвичайні особливості автоіонізаційних резонансів в іттербії можуть бути ефективно використані при розробці нових типів квантових сенсорів.

Ключові слова: спектроскопія автоіонізаційних резонансів, релятивістський енергетичний підхід, квантові сенсоры

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ РИДБЕРГОВСКИХ АВТОИОНИЗАЦИОННЫХ РЕЗОНАНСОВ В СПЕКТРЕ ИТТЕРБИЯ: НОВЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ЭФФЕКТЫ

А. А. Свиначенко

Аннотация. Обобщенный энергетический подход (S-матричный формализм Гелл-Мана и Лоу) и релятивистская теория возмущений с дирак-кон-шэмовским нулевым приближением применены к изучению автоионизационных резонансов в сложных атомах, в частности, энергий и ширин автоионизационных резонансов в иттербии в ридберговских состояниях. Необычные особенности автоионизационных резонансов в иттербии могут быть эффективно использованы при разработке новых типов квантовых сенсоров.

Ключевые слова: спектроскопия автоионизационных резонансов, релятивистский энергетический подход, квантовые сенсоры

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СЕНСОРІВ

SENSORS MATERIALS

УДК 621.382:535.341

ОПТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ШАРУВАТИХ КРИСТАЛІВ ЯК МАТЕРІАЛІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Н. К. Товстюк

Факультет електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка,
Львів, 79005, вул. Драгоманова, 50

ОПТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ШАРУВАТИХ КРИСТАЛІВ ЯК МАТЕРІАЛІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Н. К. Товстюк

Анотація. В рамках модельного підходу вивчено динаміку зміни спектру поглинання інтеркальованих шаруватих кристалів в області $E \leq E_g$, та вплив на неї як 1) структурних змін зумовлених інтеркаляцією, так і 2) змін анізотропії електронного перемішування інтеркалянт-матриця. Отримані результати порівнюються з експериментальними даними спектрів поглинання CdJ_2 інтеркальованого металічним Cd . Обговорюється можливість інтерпретації оберненої задачі, тобто прогнозування немонотонної зміни інтенсивності додаткового піку враховуючи перераховані вище чинники.

Ключові слова: інтеркалянт, анізотропія, енергетичні стани, коефіцієнт поглинання

OPTICAL STUDIES OF INTERCALATED LAYER CRYSTALS AS MATERIALS OF FUNCTIONAL ELECTRONICS

N. K. Tovstyuk

Abstract. Within the framework of model approach dynamics of the changes of absorption spectrum of the intercalated layer crystals in the region of $E \leq E_g$ have been studied. The effect of both i) structural changes caused by intercalation and ii) changes of the anisotropy of the lattice-intercalant electron overlapping have been considered. The received results have been compared to the experimental data of absorption spectrum of CdJ_2 intercalated by metallic Cd . The possibility of the interpreta-

tion of inverse problem, i.e. prediction of non monotonic change of the intensity of the addition peak, considering mentioned above reasons has been discussed.

Keywords: intercalant, anisotropy, energy states, absorption factor

ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕРКАЛИРОВАННЫХ СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ КАК МАТЕРИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Н. К. Товстюк

Аннотация. В рамках модельного подхода изучена динамика изменения спектра поглощения интеркалированных слоистых кристаллов в области $E \leq E_g$, и влияние на нее 1) структурных изменений обусловленных интеркаляцией, и 2) изменений анизотропии электронного перемешивания интеркалянт-матрица. Полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными спектров поглощения CdI_2 интеркалированного металлическим Cd . Обсуждается возможность интерпретации обратной задачи, то есть прогнозирования немонотонного изменения интенсивности дополнительного пика учитывая изложенные выше причины.

Ключевые слова: интеркалянт, анизотропия, энергетические состояния, коэффициент поглощения

SENSORS AND INFORMATION SYSTEMS

СЕНСОРИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

УДК 621.382

ШЛЯХИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА

Я. І. Лепіх, І. О. Іванченко, Л. М. Будіянська, В. І. Сантоній

*Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua*

Анотація. В роботі описано один із ефективних методів інтелектуалізації оптико-електронного сенсора, що базується на порівнянні, аналізі і обробці апріорної і поточної інформації про об'єкт досліджень. Обробка інформації просторових і просторово-часових координат сенсора (в тому числі і багатоканального-мультисенсора) здійснюється мікропроцесором.

Ключові слова: оптико-електронний сенсор, інтелектуалізація, розпізнавання образів, алгоритм

WAYS of the OPTICO-ELECTRONIC SENSOR INTELLECTUALIZATION

Ya. I. Lepikh, I. O. Ivanchenko, L. M. Budiyanskaya, V. I. Santoniy

Abstract. In the work one of effective methods of optico-electronic sensor intellectualization which is based on the comparison, analysis and processing of the aprioristic and current information on investigation object is described. Processing of the sensor spatial and space-time coordinates information (including multichannel multisensor) is carried out by the microprocessor.

Keywords: optico-electronic sensor, intellectualization, pattern recognition, algorithm

ПУТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО СЕНСОРА

Я. И. Лепих, И. А. Иванченко, Л. М. Будиянская, В. И. Сантоний

Аннотация. В работе описан один из эффективных методов интеллектуализации оптико-електронного сенсора, который базируется на сравнении, анализе и обработке апріорной и текущей информации об объекте исследований. Обработка информации пространственных и пространственно-временных координат сенсора (в том числе и многоканального-мультисенсора) осуществляется микропроцессором.

Ключевые слова: оптико-електронный сенсор, интеллектуализация, распознавание образов, алгоритм

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛ

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

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

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

Основний текст статті повинен відповідати вимогам Постанови Президії ВАК України від 15.01.2003 р. №7-05/1 (Бюлетень ВАК України 1, 2003 р.) і бути структурованим. Матеріали, що надсилаються до Редакції, повинні бути написані з максимальною ясністю і чіткістю викладу тексту. У поданому рукописі повинна бути обґрунтована актуальність розв'язуваної задачі, сформульована мета дослідження, міститися оригінальна частина і висновки, що забезпечують розуміння суті отриманих результатів і їх новизну. Автори повинні уникати необґрунтованого введення нових термінів і вузькопрофільних жаргонних висловів.

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

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

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

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

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

Рукописи надсилати за адресою:

Лепіх Ярослав Ілліч, Заст. гол. редактора, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, МННФТЦ (НДЛ-3), вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна.

Телефон / факс +38(048) 723-34-61,

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

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

Здійснюється анонімне рецензування рукописів статей.

Правила підготовки рукопису:

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

Авторське право переходить Видавцю.

Титульний аркуш:

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

2. Назва роботи (по центру, прописними літерами, шрифт 14pt, жирно).

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

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

5. Анотація: до 1000 символів.

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

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

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

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

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

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

Рівняння повинні бути введені, використовуючи MS Equation Editor або MathType. Роботи з рукописними вставками не приймаються. Таблиці повинні бути представлені на окремих аркушах у форматі відповідних текстових форматів (див. вище), чи у форматі тексту (з колонками, відділеними інтервалами, комами, крапкам з комою, чи знаками табулювання).

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

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

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

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

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

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

Приймаються тільки високоякісні рисунки. Написи і символи повинні бути надруковані усередині рисунку. Негативи, слайди, і діапозитиви не приймаються.

Кожен рисунок повинен бути надрукований на окремому аркуші і мати розмір, що не перевищує 160x200 мм. Для тексту на рисунках використовуйте шрифт 10pt. Одиниці виміру повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Усі рисунки повинні бути пронуме-

ровані в порядку їх появи в тексті, з частинами позначеними як (а), (б), і т.д. Розміщення номерів рисунків і напису усередині малюнків не дозволяються. Зі зворотної сторони, напишіть олівцем назву, прізвище(а) автора(-ів), номер малюнка і позначте верх стрілкою.

Фотографії повинні бути оригінальними. Кольоровий друк можливий, якщо його вартість сплачується авторами чи їх спонсорами.

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

Автори несуть повну відповідальність за бездоганне мовне оформлення тексту, особливо за правильну наукову термінологію (її слід

звіряти за фаховими термінологічними словниками).

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

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

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

Відхилені статті не повертаються.

INFORMATION FOR AUTHORS

THE REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION

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

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

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

The basic article text should meet the SAC Ukraine Presidium Decree requirements from 15.01.2003 № 7-05/1 (SAC Bulletin № 1, 2003) and be structured. The materials sent to Editors, should be written with the maximal text presentation clearness and accuracy. In the submitted manuscript the actuality of problem should be reflected, the purpose of the work should be formu-

lated. It must contain an original part and conclusions providing the received results essence and their novelty understanding. The authors should avoid the new terms and narrowprofile jargon phrase unreasonable introduction.

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

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

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

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

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

Manuscripts should be sent to:

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

Phone/fax +38(048) 723-34-61,

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

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

Manuscripts of articles anonymous reviewing is carried out

The manuscript preparation rules:

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

Copyright transfer to the Publisher.

Title Page:

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

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

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

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

5. Abstract: up to 1000 characters.

6. Keywords: its amount must not exceed eight words. In the specific cases it is acceptable to use two- or three-word terms. These words must be placed under the abstract and written in the same language.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Each figure should be printed on a separate page and have a size not exceeding 160x200 mm. For text inside figures, use 10pt. Measurement

units should be indicated after a comma (not in blankets). All figures are to be numbered in order of its appearance in the text, with sections denoted as (a), (b), etc. Placing the figure numbers and captions inside figures is not allowed. On the backside, write with a pencil the paper title, author(s) name(s) and figure number, and mark the topside with an arrow.

Photographs should be submitted as original prints. Color printing is possible if its cost is covered by the authors or their sponsors.

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

Authors bear full responsibility for irreproachable language make out of the text, especially for a

correct scientific terminology (it should be verified under terminological dictionaries of the appropriate speciality).

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

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

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

Not accepted manuscripts will not be returned.

Комп'ютерне верстання – О. І. Карлічук

Підп.до друку 26.06.2014. Формат 60×84/8. Умов.-друк.арк. 8,37. Тираж 300 прим.
Зам. № 967.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова

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

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12
Тел.: (048) 723 28 39