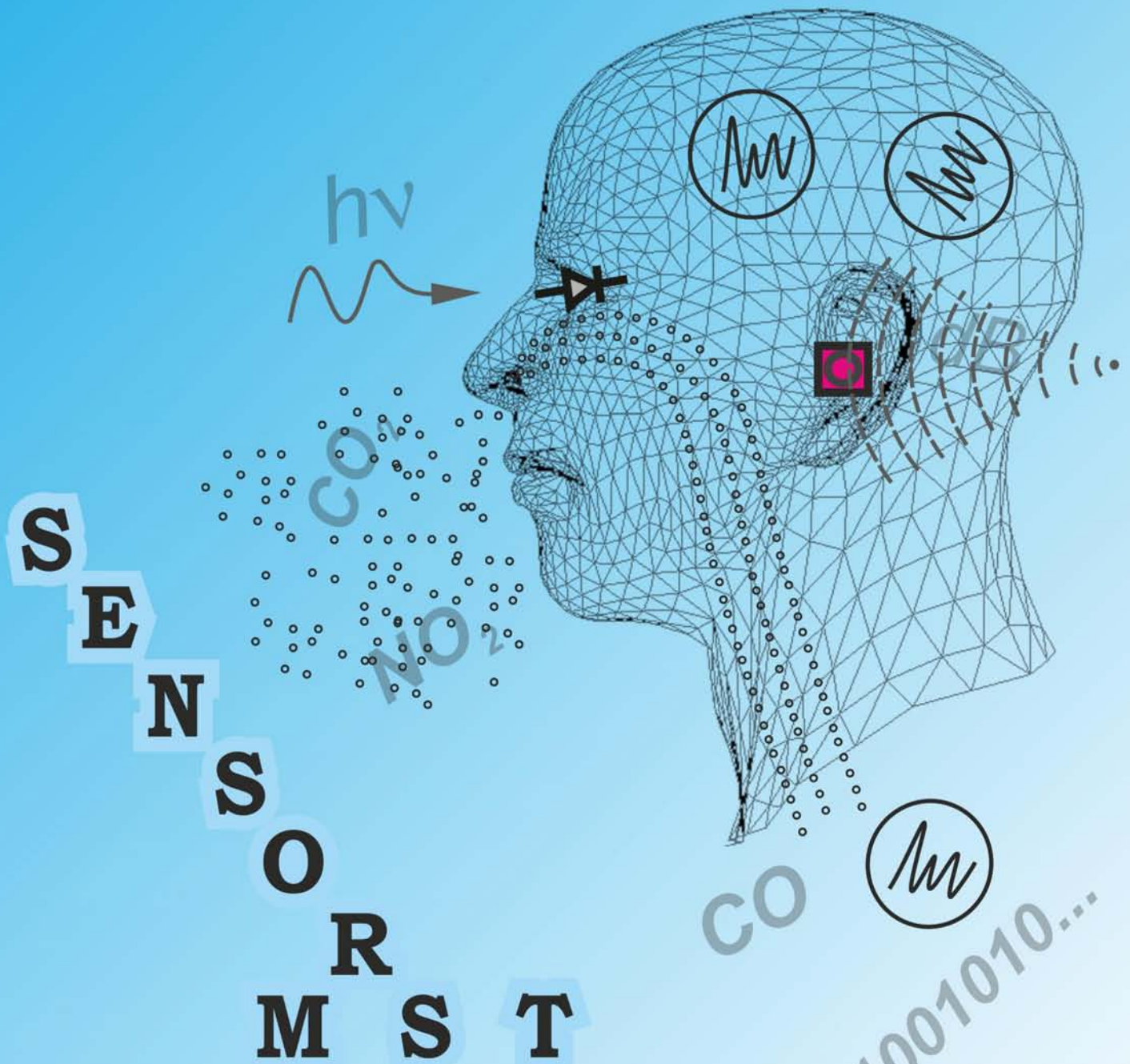


СЕНСОРНА ЕЛЕКТРОНІКА

І МІКРОСИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ



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

**SENSOR
ELECTRONICS
AND MICROSYSTEM
TECHNOLOGIES
2015 — VOL. 12, № 3**

Scientific and Technical Journal

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

UDC 681.586

Founded by Odessa I. I. Mechnikov
National University

At support of the Ukrainian Physical Society

Certificate of State Registration KB № 8131

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

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

Publishes on the resolution of Odessa
I. I. Mechnikov National University
Scientific Council. *Transaction № 1,*
29, September, 2015

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

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

**СЕНСОРА
ЕЛЕКТРОНІКА
І МІКРОСИСТЕМНІ
ТЕХНОЛОГІЇ
2015 — Т. 12, № 3**

Науково-технічний журнал

Заснований 13.11.2003 року.
Виходить 4 рази на рік

УДК 681.586

Засновник Одеський національний
університет імені І. І. Мечникова

За підтримки Українського
фізичного товариства

Свідоцтво про державну реєстрацію KB № 8131

Журнал входить до переліку фахових видань
ВАК України з фізико-математичних,
технічних та біологічних наук

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

Видається за рішенням Вченої ради
Одеського національного університету
імені І. І. Мечникова
Протокол № 1 від 29.09.2015 р.

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

Editorial Board

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

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

Редакційна колегія

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

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

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

ЗМІСТ**CONTENTS**

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

GENERALIZED ELECTRON TRANSPORT MODEL FOR MICRO- AND NANO-ELECTRONICS 4

Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТУ В МІКРО- І НАНОЕЛЕКТРОНІЦІ

V. G. Lytovchenko

SEMICONDUCTOR INVESTIGATIONS, LED TO THE p-n JUNCTION DISCOVERY BY UKRAINIAN SCIENTISTS 28

В. Г. Литовченко

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ, ЩО ПРИВЕЛИ ДО ВІДКРИТТЯ p-n ПЕРЕХОДУ УКРАЇНСЬКИМИ УЧЕНИМИ

Physical sensors

Сенсори фізичних величин

Ya. I. Lepikh, A. A. Karpenko

ELECTROMAGNETIC WAVES RADIATOR WITH CONTROLLED CHARACTERISTICS 35

Я. І. Лепіх, А. О. Карпенко

ВИПРОМІНЮВАЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ З КЕРОВАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Biosensors

Біосенсори

I. D. Stolyarchuk, A. I. Savchuk, R. Wojnarowska, J. Polit

CHARACTERIZATION OF THE INTERACTION OF CdTe QUANTUM DOTS WITH HUMAN SERUM ALBUMIN BY OPTICAL SPECTROSCOPIC TECHNIQUES 40

І. Д. Столярчук, А. Й. Савчук, Р. Войнаровська, Я. Політ

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАЄМОДІЇ КВАНТОВИХ ТОЧОК CdTe ІЗ СИРОВАТКОВИМ АЛЬБУМІНОМ ЛЮДИНИ МЕТОДАМИ ОПТИЧНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

Персоналії. До 80-річчя академіка РАН Гуляєва Юрія Васильовича 47

Персоналії. До 75-річчя академіка НАН України Єльської Ганни Валентинівни... 51

Персоналії. До 75-річчя члена-кореспондента Національної академії наук України Сергія Михайловича Рябченка 53

Інформація для авторів. Вимоги до оформлення статей у журнал..... 56

Information for authors. The requirements on papers preparation 59

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

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

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

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТУ В МІКРО- І НАНОЕЛЕКТРОНІЦІ

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

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТУ В МІКРО- І НАНОЕЛЕКТРОНІЦІ

Ю. О. Кругляк, М. В. Стріха

Анотація. У методичній статті, розрахованій на науковців, викладачів та студентів вищої школи, викладено узагальнену модель транспорту електронів у режимі лінійного відгуку, яку було розвинуто Р.Ландауером, С.Датта та М.Лундстромом (модель ЛДЛ). Цю модель може бути застосовано до провідника будь-якої розмірності, будь-якого масштабу і з довільним законом дисперсії, а також для опису транспорту в балістичному, квазі-балістичному або дифузійному режимі. У рамках моделі ЛДЛ обчислено провідність резисторів будь-якої розмірності, будь-якого масштабу і за довільного закону дисперсії, що працюють у балістичному або дифузійному режимі як поблизу $0^\circ K$, так і при вищих температурах. Також обговорюються поняття рухливості електронів, дисипація тепла і падіння напруги в балістичних резисторах.

Ключові слова: нанофізика, наноелектроніка, транспорт електронів, дисипація тепла

GENERALIZED ELECTRON TRANSPORT MODEL FOR MICRO- AND NANO-ELECTRONICS

Yu. A. Kruglyak, M.V.Strikha

Abstract. Generalized model of electron transport in the linear response regime developed by R. Landauer, S. Datta, and M. Lundstrom with application to the resistors of any dimension, any size and arbitrary dispersion working in ballistic, quasi-ballistic or diffusion regime is summarized in a tutorial article for the reseachers, university teachers and students. The LDL transport model is used to calculate conductivity of resistors of any dimension and scale and of an arbitrary dispersion working in the ballistic or diffusion regime as near $0^{\circ} K$ and at higher temperatures. The concept of electron mobility, as well as the dissipation of heat and the voltage drop in the ballistic resistors are also under consideration.

Keywords: nanophysics, nanoelectronics, electron transport, heat dissipation

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ТРАНСПОРТА В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Ю. А. Кругляк, М. В. Стриха

Аннотация. В методической статье, рассчитанной на исследователей, преподавателей и студентов высшей школы, излагается обобщенная модель транспорта электронов в режиме линейного отклика, развитая Р. Ландауэром, С. Датта и М. Лундстромом применительно к проводникам любой размерности, любого масштаба и произвольной дисперсии, работающих в баллистическом, квази-баллистическом или диффузионном режиме. В рамках транспортной модели ЛДЛ рассматривается вычисление проводимости резисторов любой размерности, любого масштаба и произвольной дисперсии, работающих в баллистическом либо диффузионном режиме как вблизи $0^{\circ} K$, так и при более высоких температурах. Обсуждаются понятие подвижности электронов, а также диссипация тепла и падение напряжения в баллистических резисторах.

Ключевые слова: нанопизика, наноэлектроника, транспорт электронов, диссипация тепла

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

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

УДК 621.382.017

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ, ЩО ПРИВЕЛИ ДО ВІДКРИТТЯ p-n ПЕРЕХОДУ УКРАЇНСЬКИМИ УЧЕНИМИ

В. Г. Литовченко

*Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
e-mail: lvg@isp.kiev.ua*

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКІВ, ЩО ПРИВЕЛИ ДО ВІДКРИТТЯ p-n ПЕРЕХОДУ УКРАЇНСЬКИМИ УЧЕНИМИ

В. Г. Литовченко

Анотація. В.Є. Лашкарьов (1903-1973 р.р.) – видатний учений України ХХ століття в галузі фізики напівпровідників та їх прикладних проблем. Основні результати отримані в галузі досліджень поверхні методом дифракції повільних електронів, фотоелектричних властивостей об'єму та поверхні напівпровідників, з вивченням в них термоелектричних ефектів. Використовуючи явище термоелектрорушійної сили на точковому контакті метал-напівпровідник (CuO) відкрив бар'єрну структуру p-n перехід і дав фізично правильне пояснення її унікальних випрямляючих властивостей (публікація в Известиях АН СРСР, с.Физ.5, № 4-5, с. 442-446, 1941 г.). Згодом (1947 р.) саме така структура з двох суміжних точкових контактів- зондів з напівпровідником (Ge) була використана для відкриття транзисторного ефекта (1947 р., Бардин, Бреттен, Шріфер, нагороджені за це Нобелівською премією).

Структури з p-n переходом є до цього часу базовими для електронного приладобудування.

Ключові слова: напівпровідники, p-n перехід, германій, легування

SEMICONDUCTOR INVESTIGATIONS, LED TO THE p-n JUNCTION DISCOVERY BY UKRAINIAN SCIENTISTS

V. G. Lytovchenko

Abstract. V.E. Lashkarev (1903-1973) – famous scientist of Ukraine in semiconductor physics and application of it. The main achievements were obtained on the first researches of the surface by LEED (low-energy electron diffraction), the photoelectric properties of the bulk and surface of semiconductors, study of the semiconductor surface thermoelectric effects. Last, in particular, lead to discovery of the world level result: observation of the p-n junction on base of hetero structure Cu-Cu₂O-CuO (published in *Izv. Acad. Sci.USSR, s.5,#4-5, hh.442-446, 1941*). Structure with p-n junction till now is the base for electron device industry.

Keywords: semiconductors, p-n junction, germanium, doping

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВ, КОТОРЫЕ ПРИВЕЛИ К ОТКРЫТИЮ p-n ПЕРЕХОДА УКРАИНСКИМИ УЧЕНЫМИ

В. Г. Литовченко

Аннотация. В.Е. Лашкарев (1903 - 1973 г.г.) – выдающийся ученый Украины XX века в области физики полупроводников и их прикладных проблем. Основные результаты получены в области исследований поверхности методом дифракции медленных электронов, фотоэлектрических свойств объема и поверхности полупроводников, с изучением в них термоэлектрических эффектов. Используя явление термоэлектродвижущей силы на точечном контакте металл-полупроводник (CuO) открыл барьерную структуру p-n переход и дал физически правильное объяснение ее уникальных выпрямляющих свойств (публикация в *Известиях АН СССР, с.Физ.5, № 4-5, стр. 442 -446, 1941 г.*). Впоследствии (1947 г.) именно такая структура из двух смежных точечных контактов-зондов с полупроводником (Ge) была использована для открытия транзисторного эффекта (1947 г., Бардин, Бреттэн, Шрифер, награждены за это Нобелевской премией).

Структуры с p-n переходом является до сих пор базовыми для электронного приборостроения.

Ключевые слова: полупроводники, p-n переход, германий, легирование

PHYSICAL SENSORS

СЕНСОРИ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

УДК 621. 396. 67

ВИПРОМІНЮВАЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ З КЕРОВАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Я. І. Лепіх, А. О. Карпенко

Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр
МОН і НАН України при ОНУ ім. І. І. Мечникова
e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

ВИПРОМІНЮВАЧ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ З КЕРОВАНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Я. І. Лепіх, А. О. Карпенко

Анотація. У роботі розв'язана задача поліпшення параметрів Н-секторіального рупорного випромінювача – ширини головної пелюстки діаграми направленості (ДН), зменшення рівня бокових пелюсток, керування формою ДН за допомогою покриття внутрішньої порожнини випромінювача шаром з імпедансними властивостями на основі ребристих періодичних структур. При цьому просторові електромагнітні поля трансформуються в поверхневі хвилі, амплітуди і фази яких можуть бути підібрані таким чином, що забезпечується найменший рівень бічного і заднього випромінювання, внаслідок чого здійснюється значне підвищення коефіцієнта корисної дії, зменшується рівень бічних пелюсток, поліпшується симетричність головної пелюстки ДН випромінювача.

Ключові слова: випромінювач електромагнітних хвиль, поверхневі електромагнітні хвилі, ребриста поверхня з періодичними структурами, імпедансний шар

ELECTROMAGNETIC WAVES RADIATOR WITH CONTROLLED CHARACTERISTICS

Ya. I. Lepikh, A. A. Karpenko

Abstract. The problem of H-sectorial horn-type radiator parameter improvement – the width of the main directional lobe (DL), side lobe level reduction, DL form monitoring with the help of a covering of an internal radiator cavity by a layer with impedance properties is solved on the basis of ridge periodic structures. Thus spatial electromagnetic fields are transformed to surface waves, which amplitudes and phases can be picked up in such a manner that the least level of lateral and back radiation provides, therefore substantial efficiency increase is carried out, the level of a side lobe decreases, symmetry of major lobe of radiator DL is improved.

Keywords: Radiator of electromagnetic waves, surface electromagnetic waves, ridge surface with periodic structures, an impedance layer

ИЗЛУЧАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С УПРАВЛЯЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Я. И. Лепих, А. А. Карпенко

Аннотация. В работе решена задача улучшения параметров Н-секториального рупорного излучателя – ширины главного лепестка диаграммы направленности (ДН), уменьшение уровня боковых лепестков, управление формой ДН с помощью покрытия внутренней полости излучателя слоем с импедансными свойствами на основе ребристых периодических структур. При этом пространственные электромагнитные поля трансформируются в поверхностные волны, амплитуды и фазы которых могут быть подобраны таким образом, что обеспечивается наименьший уровень бокового и заднего излучения, в результате чего осуществляется значительное повышение коэффициента полезного действия, уменьшается уровень боковых лепестков, улучшается симметричность главного лепестка ДН излучателя.

Ключевые слова: излучатель электромагнитных волн, поверхностные электромагнитные волны, ребристая поверхность с периодическими структурами, импедансный слой

BIOSENSORS

БІОСЕНСОРИ

PACS: 78.67.Bf, 78.55.-M, 87.85.Rs, 87.85.fk, 87.14.E

CHARACTERIZATION OF THE INTERACTION OF CdTe QUANTUM DOTS WITH HUMAN SERUM ALBUMIN BY OPTICAL SPECTROSCOPIC TECHNIQUES

*I. D. Stolyarchuk^{*1,2}, A. I. Savchuk¹, R. Wojnarowska³, J. Polit³*

¹Department of Physics of Semiconductors and Nanostructures, Chernivtsi National University, 2 Kotsiubynsky Street, 58012 Chernivtsi, Ukraine, +38 0372 584-755,
e-mail: istolyarchuk@ukr.net, a.savchuk@chnu.edu.ua

²Department of Theoretical Physics and Methods of Teaching Physics, Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University, 24 I. Franko str., 82100 Drohobych, Ukraine, +38 03244 35465,
istolyarchuk@ukr.net

³Centre of Microelectronics and Nanotechnology, University of Rzeszow, 1 Pigionia Street, 35959 Rzeszow, Poland, +48 17 851 86 70, e-mail: wojnarowska.renata@gmail.com,
polijack@univ.rzeszow.pl

CHARACTERIZATION OF THE INTERACTION OF CdTe QUANTUM DOTS WITH HUMAN SERUM ALBUMIN BY OPTICAL SPECTROSCOPIC TECHNIQUES

I. D. Stolyarchuk, A. I. Savchuk, R. Wojnarowska, J. Polit

Abstract. The interaction between CdTe quantum dots (QDs) and human serum albumin (HSA) was studied by absorption and photoluminescence spectroscopy. Three aqueous-compatible samples of colloidal CdTe nanoparticles with average size of 2.8, 2.9 and 3.1 nm were tested. In the absorption spectra of the colloidal CdTe QDs exciton band was found to be shifted to higher photon energy as compared with that for bulk crystals due to the quantum confinement effect. It was shown that addition of HSA to colloidal CdTe nanoparticles leads to a gradual decrease of absorption and broadening of exciton structure. The photoluminescence quenching results indicated that the quenching effect of QDs on HSA fluorescence depend on the size and temperature and the nature of quenching is static, resulting in forming QDs–HSA complexes. Stern – Volmer plots were made and quenching constants were thus obtained. The results suggested the quenching constants increasing with increasing of the sizes QDs and decrease with increasing temperatures of QDs-HSA solutions.

Keywords: CdTe, quantum dot, nanoparticles, nanocrystal, optical density, photoluminescence, fluorescence quenching, human serum albumin

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАЄМОДІЇ КВАНТОВИХ ТОЧОК CdTe ІЗ СИРОВАТКОВИМ АЛЬБУМІНОМ ЛЮДИНИ МЕТОДАМИ ОПТИЧНОЇ СПЕКТРОСКОПІЇ

І. Д. Столярчук, А. Й. Савчук, Р. Войнаровська, Я. Полім

Анотація. Дослідження спектрів поглинання та фотолюмінесценції застосовувались для вивчення взаємодії між квантовими точками (КТ) CdTe і сироватковим альбуміном людини (HSA). Дослідження проводились для колоїдних розчинів наночастинок CdTe з середніми розмірами 2.8 нм, 2.9 нм та 3.1 нм. Екситонна структура в спектрах поглинання колоїдних розчинів наночастинок CdTe виявилась зміщеною в область високих значень енергій у порівнянні з об'ємними кристалами, що зумовлено проявом квантово розмірного ефекту. Додавання сироваткового альбуміну людини до колоїдного розчину КТ CdTe призводить до поступового зменшення поглинання та розмиття екситонної структури спектру. Дослідження гасіння фотолюмінесценції квантових точок CdTe при додаванні сироваткового альбуміну крові людини дозволили встановити статичний характер гасіння та формування комплексів нанокристал - сироватковий альбумін людини. Використовуючи рівняння Штерна - Фольмера було встановлено зростання константи гасіння зі збільшенням розмірів КТ та її зменшення із підвищенням температури розчинів КТ-HSA.

Ключові слова: CdTe, квантова точка, наночастинка, нанокристал, оптична густина, фотолюмінесценція, гасіння флуоресценції, сироватковий альбумін людини

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК CdTe С СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ ЧЕЛОВЕКА МЕТОДАМИ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

І. Д. Столярчук, А. Й. Савчук, Р. Войнаровская, Я. Полит

Аннотация. Оптическое поглощение и фотолюминесценция использовались для характеристики взаимодействия квантовых точек (КТ) CdTe с сывороточным альбумином человека (HSA). Исследования проводились для коллоидных растворов наночастиц CdTe со средними размерами 2.8 нм, 2.9 нм и 3.1 нм. Экситонная структура в спектрах поглощения коллоидных растворов КТ CdTe оказалась смещенной в область высоких значений энергий по сравнению с объемными кристаллами, что обусловлено проявлением квантово-размерного эффекта. Добавление сывороточного альбумина человека к коллоидному раствору КТ CdTe приводит к уменьшению поглощения и размытию экситонной структуры спектра. Исследование тушения фотолюминесценции квантовых точек CdTe при добавлении сывороточного альбумина человека позволило установить статический характер тушения и формирование комплексов нанокристалл - сывороточный альбумин человека. Используя уравнения Штерна - Фольмера было установлено рост константы тушения с увеличением размеров КТ и ее уменьшение с повышением температуры растворов КТ - HSA.

Ключевые слова: CdTe, квантовая точка, полупроводниковая наночастица, оптическая плотность, фотолюминесценция, тушение флуоресценции, сывороточный альбумин человека

**Академик РАН
ЮРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ГУЛЯЕВ
(к 80-летию со Дня рождения)**



Имя академика РАН Юрия Васильевича Гуляева – выдающегося ученого современности, автора многих фундаментальных работ в области физики твердого тела, радиофизики, электроники и информатики широко известно в мире. Он является одним из создателей новых научно-технических направлений – акустоэлектроники, акустооптики, спин-волновой электроники, биомедицинской радиоэлектроники.

Ю. В. Гуляев родился 18 сентября 1935 г. в поселке Томилино Люберецкого района Московской области. После завершения с отличием учебы в Московском физико-техническом институте (МФТИ) по специальности радиофизика в 1958 г. Ю. В. Гуляев начал свою научную деятельность в Институте радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР под руководством выдающихся физиков проф. В. Л. Бонч-Бруевича и проф. С. Г. Калашникова.

Он внес большой вклад в изучение неравновесных электронных процессов в полупроводниках. Ю. В. Гуляевым впервые была построена статистическая теория рекомбинации носителей заряда на дислокациях в полупроводниках. Им была рассмотрена статистика заполнения дислокаций в равновесных условиях, были найдены выражения для времен жизни носителей заряда, было изучено влияние на рекомбинацию

электрических полей вокруг дислокаций. Эти и другие работы Ю. В. Гуляева по теории рекомбинации носителей заряда в полупроводниках получили признание в мире и используются для расчета быстродействия полупроводниковых приборов. По этим работам Ю. В. Гуляев в 1962 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В 1962-1963 гг. Ю. В. Гуляев работал в Англии в Манчестерском университете, где занимался вопросами электропроводности сильно легированных полупроводников. Им совместно с С. Ф. Эдвардсом на основе использования техники континуальных интегралов Фейнмана впервые была получена общая формула для плотности состояний в сильно легированном полупроводнике.

В работах Ю. В. Гуляева конца 60-х годов, посвященных распространению электромагнитных волн в полупроводниках, предсказан и изучен ряд новых эффектов. Сюда относятся «радиоэлектрический эффект» – возникновение постоянной ЭДС в полупроводнике при прохождении электромагнитной волны, зависимость фотопроводимости от поляризации падающего излучения, отрицательная фотопроводимость полупроводников в квантующем магнитном поле, эффект Фарадея на «горячих» электронах в полупроводниках.

Ю. В. Гуляевым был теоретически предсказан и изучен новый класс кинетических явлений в полупроводниках, связанный с увлечением электронов акустическими волнами: акустоманетоэлектрический эффект (1966 г., диплом на открытие № 133), акустотермический и акустоманетотермический эффекты, акустоконцентрационный эффект, приводящий к явлению звуколюминесценции, акустоманетные эффекты.

В 1971 г. Ю. В. Гуляевым был предложен, так называемый, «звукоинжекционный транзистор» – первый прибор из серии полупроводниковых приборов с акустическим переносом заряда.

Ю. В. Гуляев является одним из создателей новой области физики и техники твердого тела – акустоэлектроники, изучающей эффекты и явления, связанные с распространением высокочастотных акустических волн в твердых телах и их взаимодействие с электромагнитными полями и носителями заряда.

В 1964 г. им совместно с В. И. Пустовойтом

была выдвинута идея использования поверхностных акустических волн (ПАВ) в электронике и предложена слоистая структура пьезоэлектрик–полупроводник в качестве базовой конструкции акустоэлектронных приборов.

В 1968 г. Ю. В. Гуляевым независимо и одновременно с американским физиком Дж.Блюстейном был предсказан и изучен новый фундаментальный тип ПАВ, известный в мировой литературе под названием «волн Гуляева-Блюстейна».

Ю. В. Гуляевым с сотрудниками был предсказан и изучен поперечный акустоэлектрический эффект на ПАВ, на котором базируются устройства быстрого преобразования Фурье, свертки, корреляции и другой обработки радиосигналов, введены периодические структуры на поверхности твердого тела в акустоэлектронику и создан ряд элементов обработки радиосигналов на этой основе. Эти и другие работы Ю. В. Гуляева и его сотрудников, а также его российских и зарубежных коллег в области акустоэлектроники привели к возникновению нового направления в технике обработки информации, связи, радиолокации, получающего с каждым годом все большее развитие. Мировой выпуск акустоэлектронных изделий, являющихся важными компонентами телевизоров и радиоприемников, систем радиолокации, навигации и связи, а в последние годы – сотовых телефонов, составляет сегодня миллиарды штук в год (в стоимостном отношении около 20 млрд. в год).

В 1979 г. Ю. В. Гуляев становится заместителем директора ИРЕ АН СССР академика В.А. Котельникова, с 1988 г. и по 2014 г. является директором, а с 2014 г. по настоящее время научным руководителем этого института. В 1979 г. он избран член-корреспондентом, а в 1984 г. академиком АН СССР.

За работы в области акустоэлектроники и микроволновой акустики Ю. В. Гуляев был удостоен Государственной премии СССР (1974 г.), Премии Совета Министров СССР (1989 г.), Государственной премии России (1993 г.) и Премии Европейского физического общества (1979 г.).

Работы Ю. В. Гуляева и его сотрудников по акустооптике составили основу элементной базы ряда акустооптических устройств обработки информации – анализаторов спектра света и радиосигналов, аналого-цифровых преобразователей, акустооптических процессоров и др. За эти работы Ю. В. Гуляев

был удостоен Государственной премии СССР (1984 г.).

Ряд работ Ю. В. Гуляева посвящен изучению динамики и вопросов управления излучением инжекционных лазеров.

В 1965 году Ю. В. Гуляевым было предсказано существование, так называемых, «вторых спиновых волн» в ферромагнетиках (аналог 2-го звука в жидком гелии, предсказанного Л.Д.Ландау) и построена их гидродинамическая теория.

В 1978 г. Ю. В. Гуляевым предложен и успешно развивается новый, «радиофизический» подход к изучению функционирования организма человека, основанный на комплексном измерении физических полей и излучений человека в процессе его жизнедеятельности. Ю. В. Гуляевым и Э. Э. Годиком с сотрудниками создана уникальная система измерения сверхмалых магнитных полей с рекордными характеристиками.

Отмеченные выше основные результаты Ю. В. Гуляева отражены в более чем 400 научных статьях, 5-и монографиях, более 10 международных патентах, более 50 авторских свидетельств, 1 дипломе на открытие, многочисленных докладах и выступлениях на международных конференциях.

Вклад академика Ю. В. Гуляева в развитие науки и техники отмечен также присуждением ему, кроме вышеназванных высоких премий и наград: премии им. Б. П. Константинова РАН (1991 г.), Золотой медали им. А. С. Попова (1995 г.), а также ряда государственных орденов и медалей.

Академик Ю. В. Гуляев ведёт активную научно-организационную деятельность. По его инициативе и при непосредственном участии были созданы Саратовский и Ульяновский научные центры Российской Академии наук, которыми он успешно руководил.

Академик Ю. В. Гуляев также ведёт большую педагогическую работу. Он возглавляет кафедру твердотельной электроники и радиофизики Московского физико-технического института. Академиком Ю. В. Гуляевым создана мощная школа талантливых физиков, которые успешно работают в научных учреждениях и университетах многих стран, в том числе в нашем Одесском национальном университете имени И. И. Мечникова. Им подготовлено более 80 кандидатов наук, более 20 из них стали докторами наук, из них ныне: один – в нашем университете, один – академик и два – член-

корреспондента РАН.

Юрій Васильевич активно участвует в организации и проведении многих международных научно-технических форумов, в том числе проводимых нашим университетом «Сенсорная электроника и микросистемные технологии», являясь бессменным заместителем председателя конференции. Академик Ю. В. Гуляев является также членом редколлегии нашего журнала.

Юрию Васильевичу присущи такие замечательные качества как доброжелательность, открытость души, обаяние, мудрый юмор и оптимизм.

Редколлегия нашего журнала поздравляет Вас, Юрий Васильевич, с Юбилеем и желает Вам доброго здоровья, счастья и новых достижений в научном творчестве!

Несколько выдержек из интервью академика Ю. В. Гуляева

Как я стал физиком-теоретиком

– Сначала я попал в экспериментаторы. В отделе Сергея Григорьевича Калашникова, который в то время работал в одном из отраслевых институтов, мне, студенту-практиканту третьего курса МФТИ было предложено осуществить на практике один новый метод измерения параметров полупроводников. Полупроводники тогда были внове и вот мне пришлось столкнуться с теоретическими вопросами, о которых негде было узнать. Сергей Григорьевич посоветовал мне обратиться к Виктору Леопольдовичу Бонч-Бруевичу, известному физиком-теоретику, который тогда работал доцентом на кафедре у Калашникова в МГУ. Бонч (как все дружески звали Виктора Леопольдовича), дав мне необходимую консультацию, прямо спросил «А хотите ли Вы заняться серьезным образом теоретической физикой?» Я согласился. «Тогда, – сказал он, – вот Вам три задачи, решите – возьму к себе дипломником». Я работал неделю, все решил и принес Бончу на проверку. Мое решение оказалось верным. Виктор Леопольдович выполнил свое обещание и тут же обязал меня сдавать известный теорминимум Льву Давидовичу Ландау. Первый экзамен, математику, после месячной подготовки я сдавал лично академику Ландау, в его квартире... Конечно волновался. И когда лишь все осталось позади, Лев Давидович записал мое имя, фамилию. Яркое впечатление от общения с замечательным фи-

зиком-теоретиком осталось на всю жизнь. Так как теоретическую физику я изучал по великолепным учебникам Ландау и Лифшица, я считаю и их своими учителями. Еще один учитель живет в Англии. Это действительный член Королевского общества Великобритании сэра Сэмюэль Эдвардс, у которого я проходил стажировку в Манчестерском университете в начале 60-х годов.

Про акустоэлектронику

Акустоэлектроника в последние годы занимает одно из ведущих мест в физике полупроводников и диэлектриков. Это объясняется несколькими причинами: во первых, высокочастотный звук оказался весьма тонким орудием исследования различных свойств твердых тел; во-вторых, изучение акустоэлектронных явлений обогатило и расширило наши представления о свойствах полупроводников; в-третьих, эти явления открывают широкие возможности для создания новых, типов твердотельных приборов.

На практике чаще всего используются именно пьезоэлектрические полупроводники и диэлектрики, слоистые структуры пьезоэлектрик-полупроводник, хотя не исключается возможность применения и обычных полупроводниковых материалов типа германия и кремния. Но все же в пьезоэлектриках акустоэлектронные эффекты выражены наиболее ярко и они лучше исследованы.

Изучение физических процессов распространения ПАВ и практическое использование ПАВ в устройствах обработки информации быстро двинулось вперед после того, как был создан преобразователь встречно-штыревого типа – устройство, эффективно преобразующее ВЧ-сигнал в ПАВ и обратно. На основе акустоэлектронных явлений создается ряд новых твердотельных электронных приборов. Быстрый переход от исследовательских работ к практическому применению объясняется тем, что акустоэлектронные элементы позволяют получить уникальные технические характеристики устройств обработки информации и для производства многих таких приборов часто подходит существующая технологическая база для производства планарных интегральных схем. Отличаются акустоэлектронные приборы малыми габаритами и массой, надежностью в работе, низкой стоимостью. Очень важна их совместимость

с интегральными схемами, что позволяет осуществить комплексную миниатюризацию радиоэлектронной аппаратуры. Однако для того чтобы реализовать преимущества акустоэлектронных устройств в области высоких частот, необходимо развитие новой сверхпрецизионной (субмикронной) технологии.

Свойства ПАВ позволяют создать на их основе все самые распространенные типы радиоэлектронных устройств, усилители, генераторы, линии задержки, фильтры, запоминающие устройства, различные датчики и преобразователи и др.

Глобальные задачи физиков

Меня часто спрашивают, на пороге каких открытий стоят наши ученые? Время от времени появляются очень интересные открытия, которые совершенно меняют представление о природе. Тот же дробный Холл-эффект, за который была получена Нобелевская премия. Оказалось, что может «работать» не целый электрон, а его половина или треть. Это же глобальное открытие! Или, например, квантовая телепортация – мгновенное перемещение элементарной частицы на огромное расстояние. Явление квантовой телепортации совершенно меняет наше понятие о мире.

Но первая задача – понять, как образовалась Вселенная. Одна из гипотез: теория Большого взрыва.

Это значит, что когда-то Вселенная была размером с атом. Он взорвался, и появились звезды, галактика, Земля, мы с вами... Вопрос, чем принципиально отличается эта теория от той, что предлагает религия (Бог сотворил мир)? Ничем. На мой взгляд, идеологически это практически то же самое.

Вторая загадка – происхождение живого из неживого. Живое размножается и существует благодаря обмену веществ. Как получилось, что из неживой природы, где нет обмена веществ, вдруг возникла субстанция, где он есть? Это абсолютно не объяснено, здесь даже нет глубоких гипотез.

Третья задача – проблема сознания. Это потрясающая вещь! Тот же бобр грызет бревно и строит свой дом по инстинкту. А человек сначала построит дом в уме. Откуда у него способность к абстрактному мышлению? А как работает мозг, какие у него принципы обработки информации? Никто не знает!

Мысль передается на расстояние

А может ли мозг излучать электромагнитные волны, то есть передавать мысли на расстояние? В мозгу действительно протекают электрические токи. В нашем институте есть аппаратура, с помощью которой мы измеряем величину этих токов. Например, изменение магнитного поля мозга при смене одной мысли на другую составляет примерно одну пикотеслу. Очевидно, что сила соответствующего тока очень маленькая. Кроме того, ток ограничен размерами головы. Есть теория излучения электромагнитных волн различными антеннами. Если предположить, что мозг — антенна, то при таких супермаленьких токах и при таком размере получается ничтожно слабое излучение, и уже на расстоянии нескольких сантиметров его зарегистрировать практически невозможно. Но попробуем здесь применить принцип согласованного приема, когда принимаются сигналы, намного меньшие уровня шума. Этот прием мы использовали, например, в 1983 году, когда наш институт в команде с другими российскими организациями осуществлял локацию Венеры. Было запущено два спутника «Венера-15» и «Венера-16», которые летали вокруг планеты и с помощью локатора бокового обзора снимали ее рельеф. Как известно, Венера плотно окутана облаками, поэтому фотографирование ее поверхности с орбиты искусственных спутников не давало новой информации. Первые сведения о поверхности Венеры нам удалось получить благодаря радиоволнам, с помощью радиолокационной и радиоастрономической техники. Так вот, те сигналы, которые посылались на землю для обработки, были примерно на три-четыре порядка ниже уровня шума. И потому их выделять приходилось именно с помощью согласованного приема, с помощью приемника, который настроен исключительно на данный сигнал. Теоретически возможно, что голова человека — есть такой приемник, который может принимать суперслабые сигналы. В то же время по теории антенн и по теории потенциальной помехоустойчивости на электромагнитных волнах это невозможно, а других волн мы пока не знаем.

Подборку материалов сделал ученик академика Ю. В. Гуляева проф. Лепих Я. И.

До 75-річчя академіка НАН України Г. В. ЄЛЬСЬКОЇ



15 жовтня виповнилося 75 років визначному вченому в галузі молекулярної біології академікові НАН України Ганні Валентинівні Єльській.

Г. В. Єльська народилася в 1940 р. у Донецьку. Після закінчення із відзнакою Донецького медичного інституту в 1965 р. стала аспіранткою Інституту біохімії НАН України у відділі нуклеїнових кислот. У 1968 р. Ганна Валентинівна достроково захистила кандидатську, а в 1976 р. – докторську дисертації. З 1973 року працює в Інституті молекулярної біології і генетики НАН України, де пододала шлях від завідувача відділу механізмів трансляції генетичної інформації до директора, яким її обрано в 2003 р. Фундаментальні дослідження Г. В. Єльської були сконцентровані на вивченні факторів і молекулярних механізмів, які зумовлюють ефективність і точність експресії геному на рівні трансляції у вищих еукаріотів. Уперше на прикладі білків молока показано, що в регуляції синтезу специфічних білків надзвичайно важливу роль відіграє адаптація набору тРНК та аміноацил-тРНК синтетаз (ARSas) до амінокислотного складу білків, що певний час інтенсивно синтезують спеціалізовані клітини. Пізніше явище «функціональної адаптації тРНК» було підтверджене в зарубіжних лабораторіях на інших еукаріотичних об'єктах. Ганна Валентинівна була серед перших учених, котрі отримали

докази унікальної структурно-функціональної організації апарату трансляції у вищих еукаріотів, зумовленої компартименталізацією метаболічних процесів у еукаріотичній клітині. Під її керівництвом було проведено комплекс досліджень – від перших спостережень про наявність високомолекулярних комплексів ARSas у тваринних тканинах та зміну їхнього складу за різних патологічних і фізіологічних станів організму до нещодавно отриманих доказів участі фактора елонгації EF-1 у створенні «незвичайних» комплексів та його ролі разом з ARSas у «каналюванні» тРНК/аміноацил-тРНК у циклі елонгації поліпептидного ланцюга. Фундаментально-прикладний напрям діяльності відділу, очолюваного Г. В. Єльською, – це створення новітніх аналітичних систем (біо- та хемосенсорів) на основі різноманітних електрохімічних перетворювачів і біологічного матеріалу або біоміміків синтетичного походження. Найвагоміші результати отримано в розробленні сенсорів для медичної діагностики, потреб біотехнології, харчової промисловості, охорони довкілля. Визнанням пріоритетності й важливості досягнень у галузі біосенсорної технології можна вважати ряд міжнародних грантів, тісну кооперацію з провідними науковцями Японії, Франції, Німеччини, Великої Британії, Італії, численні доповіді на наукових форумах. Творчий доробок Ганни Валентинівни становлять понад 500 наукових праць. У 1986 р. за цикл робіт зі структурно-функціональних особливостей транспортних рибонуклеїнових кислот (тРНК) та аміноацил-тРНК синтетаз (ARSas) тваринного походження Г. В. Єльській зі співавторами присуджено Державну премію Української РСР у галузі науки та техніки. Ганна Валентинівна – голова спеціалізованої вченої ради із захисту кандидатських і докторських дисертацій, віце-президент Українського біохімічного товариства, керівник науково-технічної програми НАН України «Сенсорні системи для медико-екологічних та промислово-технологічних потреб». Вона головний редактор часопису «Biopolymers and cell», член редколегії наукових журналів «Ukrainica Bioorganica Acta», «Вісник Українського то-

вариства генетиків і селекціонерів», член редакційної ради часописів «Український біохімічний журнал», «Біотехнологія» і «Сенсорна мікроелектроніка і мікросистемні технології». Професійні досягнення дослідниці відзначено Премією НАН України ім. О. В. Палладіна (1976), Почесними Грамотами Президії Верховної Ради УРСР (1982) та України (2004). Г. В. Єльська – заслужений діяч науки і техніки України (1998), лауреат десятої загальнонаціональної програми «Людина року» в номінації «Вчений року». Нагороджена «Знаком Пошани» Київського міського голови (2004), знаком «Відмінник освіти України» (2005), Золотою медаллю Української федерації вчених (2006, 2008), Орденами княгині Ольги III ступеня (2009) та II ступеня (2015), відзнакою «European Quality Award».

Ганна Валентинівна також є членом редколегії нашого журналу. Саме за її ініціативи і активної діяльності наш журнал включений

до списку ВАКу за спеціальністю «Біологія» і у ньому стали частіше публікуватись статті авторів з різних країн Європи за напрямком «Біосенсори».

Академік Єльська Г. В. є постійним і активним членом Програмного комітету Міжнародної науково-технічної конференції «Сенсорна електроніка і мікросистемні технології», що проходять регулярно на базі нашого університету і виступала з пленарними доповідями. Все це свідчить про тісні творчі стосунки як з самою Ганною Валентинівною, так і між нашим університетом і інститутом, який вона очолює. Ми знаємо також Ганну Валентинівну як добру, порядну, доброзичливу і чуйну людину. Тож ми щиро вітаємо Вас, дорога Ганно Валентинівно, з Ювілеєм і зичимо творчого довголіття, наснаги, щастя, любові та нових творчих здобутків.

Редколегія

**Член-кореспондент Національної
академії наук України
СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ
РЯБЧЕНКО
(до 75-річчя від дня народження)**



22 жовтня 2015 р. виповнюється 75 років з дня народження члена-кореспондента НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача відділом фізики магнітних явищ Інституту фізики (ІФ) НАН України Сергія Михайловича Рябченка. С.М. Рябченко розпочав свою наукову діяльність в ІФ НАН України з навчання в аспірантурі під керівництвом академіка НАНУ А.Ф.Прихотька, куди він поступив у 1963 році після закінчення Дніпропетровського державного університету. Він багато контактував з членом-кореспондентом НАН України М. Ф. Дейгеним, який у ті роки створював свою наукову школу з досліджень ЕПР і радіоспектроскопії взагалі, і з його співробітниками. Внаслідок такої співпраці у науковому становленні С. М. Рябченка поєдналися певні риси наукових шкіл акад. А. Ф. Прихотька і чл.-кор. М. Ф. Дейгена. В 1968 р. С. М. Рябченко захистив кандидатську дисертацію на тему “Дослідження спін-спінових взаємодій у кристалах методом парамагнітного резонансу”, яка містила експериментальні дослідження форми ліній ЕПР, обумовленої спін-спіновими взаємодіями в кристалах і їх теоретичну обробку.

В період 1967-1990 рр. ним і групою співробітників під його керівництвом (А. Ф. Лозенко, Ф. В. Брагін, Д. Л. Лифар, А. В. Бондар, П. О. Троценко, В. Є. Гончарук та ін.), був виконаний широкий цикл робіт, присвячений властивостям квазидвовимірних кристалів, до-

сліджуваних методами магнітного резонансу (ЕПР, ЯКР, ЯМР, АФМР). Було виявлено внесок згинних коливань таких кристалів у парамагнітну та ядерну спін-граткову релаксацію, особливості критичних явищ при магнітному впорядкуванні низьковимірних магнетиків та їх прояв у магніторезонансних спектрах, досліджено антиферомагнітний резонанс у шаруватих легкоплощинних антиферомагнетиках і виявлено особливості магнітопружних явищ в них. На основі значної частини цих досліджень С. М. Рябченко захистив у 1978 р. докторську дисертацію “Магнітний резонанс квазидвовимірних кристалів”. Дослідження з цього циклу увійшли до робіт за які в 1991 р. в групі співавторів С. М. Рябченку була присуджена Держпремія України. Певні аспекти цієї тематики залишаються актуальними та привертають увагу С. М. Рябченка і зараз. Серед робіт цього напрямку слід відзначити теоретичну роботу, виконану у 1985 р. спільно з акад. В.Г.Бар’яхтаром і акад. НАН України В.М.Локтевим, в якій було виявлено зміни згинної жорсткості низьковимірних магнітних кристалів. До важливих результатів отриманих у 90-ті роки (спільно з к.ф.-м.н. А. Ф. Лозенко і іншими) слід віднести виявлену магнітопружну природу антиферомагнітних доменів у легкоплощинних шаруватих антиферомагнетиках та пояснення на цій основі аномально сильної вимушеної магнітострикції цих сполук у відносно невеликих зовнішніх полях.

Окремий цикл робіт 80-х років був присвячений магніторезонансним дослідженням неспіврозмірних фаз, що виникають за певних умов в кристалах з структурними фазовими переходами, зокрема сегнетоелектричного і сегнетоеластичного типів. Були з’ясовані прояви неспіврозмірності у спектрах ЯКР і ЯМР, виявлено внесок у ядерну спін-граткову релаксацію особливих збуджень – “фазонів”, притаманних неспіврозмірним структурам.

В 1976-77 рр. С.М.Рябченком із співавторами було вперше виявлено і пояснено, як наслідок носій-іонної обмінної взаємодії, явище гігантського спінового розщеплення електронних енергетичних зон у магнітозмішаних (напівмагнітних) напівпровідниках та гігантське спінове розщеплення екситонних спектральних ліній у цих сполуках. Цей результат вартий особливого відзначення, бо його наслідки, разом з дослідженнями інших авторів, призвели до утворення широкого напрямку на межі фізики напівпровідників і фізики магніт-

них явищ, присвяченого оптичним, магніто-оптичним, транспортним та ін. явищам у магнітозмішаних напівпровідниках, що ведуться в лабораторіях багатьох країн світу.

В експериментальних та теоретичних дослідженнях з цього напрямку, проведених С.М.Рябченком спільно з Ю.Г.Семеновим, А. В. Комаровим, О. В. Терлецьким, були визначені параметри носій-іонної обмінної взаємодії для багатьох кристалів (кубічних і гексагональних) на базі сполук $A_{2-1-x}^2 Me_x B^6$ (де Me- іони Mn, Fe, рідше Co), досліджено вплив флуктуацій складу твердих розчинів на форму екситонних спектрів, з'ясовані питання динамічної взаємодії спінових підсистем вільних носіїв заряду і локалізованих магнітних моментів домішкових іонів, тощо. Спільно з Ю. Г. Семеновим розглянуті теоретичні підстави та експериментальні прояви утворення в цих кристалах вільних та зв'язаних магнітних поляронів. В роботі С. М. Рябченка з проф. Е. А. Пашицьким (1979 р.) було вперше передбачене індуковане носіями струму феромагнітне впорядкування напівмагнітних напівпровідників. Зараз це впорядкування, яке у $A^{III}MnB^V$ має місце при достатньо високих температурах, привертає велику увагу дослідників у багатьох країнах (Японія, США, Німеччина, Франція, Польща, Росія та ін.), як перспективне для спінтронічних застосувань. Дослідження С. М. Рябченка в цьому напрямку продовжуються і зараз. З початку 90-х років центр уваги в них перемістився на напівпровідникові квантоворозмірні наноструктури, створені з використанням напівмагнітних напівпровідників. Дослідження включають міжнародне наукове співробітництво з вченими Росії, Польщі, ФРН, Франції. Проявом цього співробітництва і визнання рівня робіт стали 3 гранти INTAS, що були виграні з цієї проблематики. Зроблено внесок в спостереження і пояснення ефекту "парамагнітного підсилення" гігантського спінового розщеплення екситонних ліній у немагнітних квантових ямах (КЯ) з напівмагнітними бар'єрами; спостережено і пояснено додаткові екситонні переходи в асиметричних КЯ, з'ясовано механізми передачі енергії до спінової підсистеми магнітних іонів через взаємодію з двовимірним електронним газом, що створюється у КЯ; розвинуті уявлення про природу поляризаційної анізотропії екситонної люмінесценції, випромінюваної нормально до КЯ, тощо.

Наприкінці 80-х років до тематики робіт С. М. Рябченка додалися дослідження магнітних і магніторезонансних властивостей високотемпературних надпровідників (ВТНП). Зокрема, було встановлено ступеневу (а не експоненційну) температурну залежність часу спин-граткової релаксації ядер міді при $T < T_c$, що потім знайшло пояснення як прояв D-типу спарювання носіїв у ВТНП, проведені дослідження впливу дефектів на ВТНП, виявлені прояви у ядерній спіновій луні захоплення магнітного потоку вихорами, тощо. З цієї проблематики було також виграно грант CRDF. Проведені дослідження температурних, кутових та магнітопольових залежностей густини критичного струму у епітаксійних ВТНП наноплівках (товщини 30-300 нм) з мозаїчно блоковою структурою і малокутовими межами розділу блоків. В результаті дано пояснення причини, чому густина критичного струму у таких плівках сягає значень, які на два порядки перевищують цей же параметр для монокристалів. Пояснення дано на основі моделі піннінгу вихорів Абрикосова нормальними до плівки дислокаціями, що утворюють дислокаційні стінки у малокутових межах поділу блоків, яка була запропонована проф. Е. А. Пашицьким і розвинута спільно з ним відповідно до проведених експериментів. Побудована цілісна модель температурних, кутових і польових залежностей критичного струму, зв'язана з параметрами блокової наноструктури.

З початку 2000-х років С. М. Рябченко включається також до досліджень нанорозмірних феромагнітних частиток і структур на їх основі. У цьому напрямі за його участі виконано великий обсяг досліджень нанопорошків манганітів, магнітостатичних, магнітотранспортних і магніторезонансних досліджень наногранулярних плівок, багатошарових магнітних наноструктур, отримані нові фізичні результати з питань проявів міжчастинкової взаємодії у таких структурах, особливостей магнітоопору в них.

В 90-х роках минулого століття С. М. Рябченко включився ще й в наукознавчі дослідження для формування науково-технічної політики, обґрунтування ролі, місця і форм організації науки в Україні за умов громадянського суспільства. Їх результати відбиті у публікаціях у відповідних виданнях, в різних доповідних, у доповідях на конференціях Європейського фізичного товариства, тощо.

С. М. Рябченком, разом із співавторами, опубліковано більше 180 робіт, в тому числі у таких престижних наукових журналах як Письма в ЖЕТФ, ЖЕТФ, Phys.Rev.B, J.Appl. Physics, Solid State Commun., Physica E:Low-dimension. syst. and nanostruct., Physica C: Superconductivity та ін. а також в українських журналах УФЖ, ФНТ. С. М. Рябченко неодноразово виступав з запрошеними доповідями на всесоюзних, українських і міжнародних конференціях і школах, входив до складу їх оргкомітетів, зокрема: Українські наукові конференції з фізики напівпровідників, дві з них проводилися на базі Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, XXVIII Int. school & conf. on Semicond. Phys. Jaszowiec'99, Poland; EPS-11 "Trends in Physics", 6-10 September 1999, London; Europ. Magnet. Material. & Applicat. Conf., June 7-10, 2000, Kyiv, Ukraine; NATO AWR "Opt. Propert. of 2D Systems with Interacting Electrons", St. Petersburg, Russia, 13-16.06. 2002, Spintech-5, Krakow-2009 Poland та ін.

Поряд з науковою роботою С.М.Рябченко брав і бере участь у науково-організаційній та громадській роботі. У 70-80-ті роки він вчений секретар секції "Магнетизм" наукової ради АН України з фізики твердого тіла, член цієї ради, зараз її голова. Сергій Михайлович член наукової ради НАН України з фізики напівпровідників, був членом рад з радіоспектроскопії і з фізики магнітних явищ АН СРСР. Він член редколегії Українського фізичного журналу, журналів "Наука і наукознавство", "Наука інновації", а також нашого журналу, був членом Консультаційної ради журналу "Фізика низьких температур", одним з редакторів Centr. Europ. J. Phys., є рецензентом у багатьох фізичних журналах, як вітчизняних, так і зарубіжних. Неодноразово запрошувався до участі у орг-, або програмних комітетах наукових конференцій. У 1997-2001 рр. був Президентом Українського фізичного товариства.

В 1989 р. С. М. Рябченко був висунутий колективом ІФ НАН України кандидатом у народні депутати СРСР. Був членом Верховної Ради СРСР, заступником голови комітету ВР СРСР з науки і технологій. У 1991 році його призначено головою Комітету з науково-технічного прогресу при КМ України, котрий згодом був перетворений у Держкомітет України з питань науки і технологій. В структурі Уряду УРСР подібного органу не було, бо на-

уково-технічна політика була в СРСР прерогативою союзної влади. Спираючись на наукову громадськість С. М. Рябченко створив новий для України орган державної влади і проводив створення інших органів, структур і інституцій, необхідних державі з розвиненою наукою, реалізовував державну науково-технічну політику до 1995 р. Під час перебування на виборних та державних посадах він у міру можливого продовжував фахову наукову роботу, залишаючись керівником лабораторії ІФ НАН України на громадських засадах.

З 80-х років і по сьогодні С. М. Рябченко приділяє значну увагу підготовці фіхівців і наукових кадрів і суміщає наукову роботу із читанням лекцій на радіофізичному факультеті Київського університету ім. Тараса Шевченка. Сергій Михайлович керує дипломниками, аспірантами, пошукачами наукових ступенів. Загалом під його керівництвом підготовано 9 кандидатів та 2 доктори фіз.-мат. наук. С. М. Рябченко є серед ініціаторів і одним із заступників керівника Сарбейвського загальнофізичного семінару, що вже давно і регулярно ведеться в ІФ НАНУ. За ці роки він набув статусу загальноміського наукового семінару з фізики, де не рідкість доповідачі і з інших міст і з-за кордону.

Узагальнюючи відзначені вище наукові здобутки можна стверджувати, що С.М.Рябченко збагатив науку досягненнями світового рівня, визнаними вітчизняною і міжнародною науковою громадськістю. Його активна громадянська позиція, наукова і науково-організаційна діяльність має позитивний вплив на стан наукового потенціалу України, розвиток у ній фізичної науки.

З приємністю відзначимо, що Сергій Михайлович бере активну участь у роботі редколегії нашого журналу, будучи її членом, а також у роботі Програмних комітетів наукових конференцій, що проводяться на базі нашого університету.

Ми переконані, що Сергій Михайлович і надалі буде так само плідно працювати на науковій ниві, зберігаючи при цьому активну громадянську позицію.

Тож бажаємо Вам, дорогий Сергію Михайловичу, доброго здоров'я, щастя, творчої наснаги і нових наукових здобутків!

Редколегія

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ У ЖУРНАЛ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Рукописи надсилати за адресою:

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

Здійснюється анонімне рецензування рукописів статей.

Правила підготовки рукопису:

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

Авторське право переходить Видавцю.

Титульний аркуш:

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

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

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

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

5. Анотація: до 1000 символів.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Відхилені статті не повертаються.

INFORMATION FOR AUTHORS

THE REQUIREMENTS ON PAPERS PREPARATION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Manuscripts should be sent to:

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

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

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

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

Manuscripts of articles anonymous reviewing is carried out

The manuscript preparation rules:

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

Copyright transfer to the Publisher.

Title Page:

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

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

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

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

5. Abstract: up to 1000 characters.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Each figure should be printed on a separate page and have a size not exceeding 160x200 mm.

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

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

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

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

under terminological dictionaries of the appropriate speciality).

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

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

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

Not accepted manuscripts will not be returned.

Комп'ютерне верстання – О. І. Карлічук

Підп.до друку 29.09.2015. Формат 60×84/8.
Ум.-друк. арк. 7,21. Тираж 300 пр.
Зам. № 1225

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