



Lesya Ukrainka
Volyn National University

11th international
conference

**RELAXED,
NONLINEAR AND
ACOUSTIC
OPTICAL
PROCESSES
AND MATERIALS**

proceedings

2022

**june 01-05
Lutsk**

Міністерство освіти і науки України
Волинський національний університет імені Лесі Українки

**РЕЛАКСАЦІЙНО, НЕЛІНІЙНО, АКУСТООПТИЧНІ
ПРОЦЕСИ І МАТЕРІАЛИ**

РНАОПМ-2022

**МАТЕРІАЛИ
ХІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**XI INTERNATIONAL CONFERENCE
RELAXED, NONLINEAR AND ACOUSTIC OPTICAL
PROCESSES AND MATERIALS**

RNAOPM-2022

June 01-05, 2022, Lutsk, UKRAINE

PROCEEDINGS

Луцьк
Вежа-Друк
2022

УДК 535+544
R36

Рекомендовано до друку вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол №6 від 28 квітня 2022 року)

Organizer: Ukrainian and European Physical Societies, the Ukrainian Philosophical Society, the Ukrainian Mathematical Society, the Ukrainian Chemical Society, Shevchenko scientific society, the Ukrainian Society «Pure and Applied Optics», the Ukrainian Society for Optical Engineering, educational and scientific institute of physics and technologies, faculty of chemistry, ecology and pharmacy and faculty of biology and forestry of Lesya Ukrayinka Volyn National University, Vilnius State University.

Міжнародний програмний комітет: Р. Влох, співголова, Україна; П. Трохимчук, співголова, Україна; Д. Шваліковський, вчений секретар, Україна; А. Андрущак, Україна; І. Баклан, Україна; І. Барчій, Україна; Україна; П. Фочук, Україна; В. Головацький, Україна; Я. Каличак, Україна; І. Канатчиков, Великобританія; О. Хижун, Україна; Б. Котур, Україна; О. Макаренко, Україна; О. Маханець, Україна; Б. Мицик, Україна; С. Мудрий, Україна; Ю. Яремко, Україна; О. Кушнір. В. Маслов, Україна; І. Олексеюк, Україна; К. Озга, Польща; М. Пясецький, Польща; М. Петржик, Великобританія; Л. Піскач, Україна; Я Романюк, Швейцарія; А. Федорчук, Україна; І. Балабан, Україна; Я. Роговський, Польща; Я. Рибіцкі, Польща А. Свідзинський, США; М. Ваків, Україна; В. Юхимчук, Україна.

Локальний організаційний комітет: Г. Мирончук, голова, Україна; В. Галян, вчений секретар, В. Головій, Л. Гулай, Д. Захарчук, Ю. Коваль, Ю. Когут, С. Луньов, О. Марчук, М. Рудиш; Д. Шваліковський, П. Шигорін, А. Третяк, П. Трохимчук, А. Кевшин, В. Наход, О. Новосад, В. Сахнюк, М. Скіпальський, С. Федосов, М. Хвищун, А. Шутовський, П. Щепанський; Б. Венгрин, Т. Яцинюк.

Proceedings of XI International Conference «Relaxed, Nonlinear and Acoustic Optical Processes and Materials» – RNAOPM-2022 are represented. These results were reported on this conference. Edition of materials are made from author texts and prepared to printing the Program Committee and Editorial Board of conference.

R36 **Релаксаційно**, нелінійно, акустооптичні процеси і матеріали: матеріали XI Міжнар. наук. конф. – Луцьк : Вежа-Друк, 2022. – 152 с.

ISBN 978-966-940-404-6

Подано праці XI Міжнародної конференції «Релаксаційно, нелінійно, акустооптичні процеси і матеріали» – РНАОПМ-2022. Матеріали було заслухано на конференції.

EDITORIAL BOARD: P. Trokhimchuck, Ukraine; D. Shvalikovskiy, Ukraine.

УДК 535+544

ISBN 978-966-940-404-6

© Волинський національний університет імені
Лесі Українки, 2022

ЕЛЕКТРОННІ, ЕКСИТОННІ ТА ФОНОННІ СПЕКТРИ У НАПІВПРОВІДНИКОВІЙ НАНОСТРУКТУРІ КВАНТОВА ТОЧКА – КВАНТОВЕ КІЛЬЦЕ

О.М.Маханець, І.С.Гнідко, А.І.Кучак

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, o.makhanets@chnu.edu.ua

Інтенсивний розвиток нанотехнологій дав можливість створювати нові наноструктури з чіткими геометричними формами. Зокрема, на даний час вже створені і інтенсивно досліджуються структури, що містять квантові точки та нанокільця [1]. Унікальні властивості квазічастинок в таких системах дозволяють використовувати їх в якості базових елементів тунельних нанодіодів, нанотранзисторів з високою рухливістю електронів, високоефективних світловипромінюючих приладів, фотоелектричних перетворювачів, оптичних сенсорів, наносенсорів для діагностики різних біологічних і хімічних сполук [2, 3].

У роботі досліджується наноструктура, що складається із циліндричної напівпровідникової квантової точки (квантова яма, середовище GaAs), яка через скінченний потенціальний бар'єр (середовище $Al_xGa_{1-x}As$) тунельно-зв'язана із коаксіальним циліндричним нанокільцем (квантова яма, середовище GaAs).

Вважаючи, що сталі ґратки і діелектричні проникності елементів наносистеми слабо відрізняються між собою, для розрахунку спектрів електрона і дірки використовується модель ефективних мас і прямокутних потенціалів. Ці величини вважаються відомими у всіх областях наносистеми. Усі теоретичні розрахунки виконані у доцільній для цього випадку циліндричній системі координат. Відповідні стаціонарні рівняння Шредінгера для невзаємодіючих між собою електрона і дірки розв'язуються аналітично точно. Радіальні хвильові функції отримуються у вигляді лінійної комбінації функцій Бесселя, Неймана та модифікованих функцій Бесселя. Граничні умови неперервності хвильових функцій та відповідних потоків густини ймовірності на всіх межах наноструктури разом з умовою нормування приводять до дисперсійного рівняння, з якого знаходиться енергетичний спектр квазічастинки. Оскільки енергія взаємодії між електроном і діркою набагато менша, ніж сума розмірно-квантованих енергій відповідних квазічастинок, то енергія зв'язку екситона знаходиться з використанням теорії збурень.

Щодо фонових спектрів, то енергії обмежених та інтерфейсних фононів, а також відповідні їм потенціали поля поляризації знаходяться у моделі діелектричного континууму. При цьому потенціал поля поляризації обмежених фононів шукається у вигляді розкладу за повною системою циліндрично-симетричних функцій Бесселя та Неймана. Для розрахунку потенціалу поля поляризації та енергій інтерфейсних фононів розв'язується рівняння Лапласа у кожній із областей багаточислової наноструктури із використанням граничних умов неперервності тангенційної складової напруженості електричного поля і нормальної складової вектора електричного зміщення.

Проаналізовано залежності енергій електрона, дірки й екситона від геометричних характеристик наноструктури. Показано що ці залежності складні і немонотонні. Встановлено, що енергії обмежених фононів у наноструктурі співпадають із енергіями поздовжніх оптичних фононів відповідних масивних тривимірних аналогів нанокристалів. Енергії інтерфейсних фононів одержуються із розв'язку відповідних дисперсійних рівнянь і їх величина залежить від геометричних параметрів наноструктури.

Література

1. V. D. Pham, K. Kanisawa, and S. Folsch, Quantum Rings Engineered by Atom Manipulation, *Phys. Rev. Lett.* 123,066801 (2019).
2. J.H. Dai, Y. Lin, S.Ch. Lee, *IEEE Photonics Technology Letters* **19** No19, 1511 (2007).
3. F. Suarez, D. Granados, M. L. Dotor, J. M. Garcia, *Nanotechnology* **15**, S126 (2004).

Author Index

- Adamenko D. 28
Arai Yoichi 86
- Babichuk I. S. 70
Bekenev V. L. 76
Bellagra Hadj Kaddouri 36
Bosi M. 70
Bratus V. Ya. 38
Brezvin R. S. 67
- Chalyy D. 71
Cherniushok O. I. 36
- Danylchenko P. I. 96, 98, 101
Datsenko O. I. 70
Denysyuk N.M. 76, 81
Dong D. 70
Dzhagan Veronika 16
Dzhagan Volodymyr 16
- Fedosov S. A. 46
Fourman V. 132
- Foya O. O. 81
- Golovynskyi S. 70
Gulay L. 68
- Hadzaman I. 68
Halyan V. 68
Hien D. Tong 44
Horon B. I. 44
Hreb V. 62
- Ivashchenko I. 68
Jedryka J., 36
- Khyzhun O.Y. 76, 81
Kogut Yu. M. 36
Kopylova K. I. 76, 81
Kostyrko M. 28
Koval Yu.V. 46
Kovalenko M. 16
Kushnir O. S. 44
- Li B. 70
Lin Y. 70
Litvinchuk A. P. 70
Luzhnyi I.V. 76
- Malytsky D. 132
Marchuk O. V. 76, 81
Marushko L.P. 51
Mazur N. 16
Myronchuk D. 76, 81
- Myronchuk G.L. 76, 81
Mys O. 28
- Olekseyuk I.D. 68
- Panasyyuk L.I. 46
Pankevych V.Z. 68
Pastukh O. 106 128
Pastukh S. 10
Piasecki M. 67
Piekarz P. 128
Piskach L.V. 36, 68
Qu J. 70
Rodionov V.M. 38
Romanyuk Y. A. 70
Romanyuk Y.E. 36
Rudysh M.Ya. 67
- Sakhnyuk V. Ye. 111
Selezen A.O. 87
Seravali L. 70
Shanina B.D., 38
Shchepanskyi P.A., 67
Shevchuk I., 109
Shutovskyi A. M. 111
Skab I. 28
Smirnov O. 16
Smityukh O. V. 81
Stadnyk V.Yo. 44, 67
- Trokhimchuck P. 3, 11, 13, 109
- Vlokh R. 28
- Yashchynskyy L.V. 46
Yatsynyuk T. 68
Yeshchenko O. 16
Yukhymchuk V. 16, 70
- Zakharchuk D. A. 46
- Адамів В. 20
Андрущак А. С. 20, 316 54
Андрущак Н. 20
- Бендак А. 20
Благітко Б. 118
Білоус А.Г. 17
Бобицький Я. 69
Божко В. В. 58
Брезвін Р. С. 49, 51, 63
Булавінець Т. 35, 69
Бушев Д. М. 94
- Величко О. В. 40
Винник Д. М. 20
Вілігурський О. М. 111
Відринський Б. В.
Вірко С. В. 14
Ворона І.П. 17
- Гайдучок В. 20
Галян В.В. 90
Гнідко І. С. 108
Голиборода С. І. 73
Головацький В.А. 43
Головін М. Б. 88
Головіна Н. А. 88
Головіна Ш.С. 17
Голуб В.О. 23
Голуб Г.С. 23
Голуб С.М. 23
Гончарук С. Г. 43
Грабовський В. А. 121
Грещук О. М. 14
Гулай Л. Д. 79
Гульчук В. А. 8
Гурко А. М. 85
- Дем'яниншин Н. М. 31, 54
Денисюк Н.М. 42
Джаган В. М. 14
- Єндрика Я. 141
Єфанов В. С. 14
- Жидачеваський Я. 20
Зінич І. 25
- Іванюк Д. 141
Ісаєва О. Ф. 14
- Кевшин А. Г. 90
Клиско Ю. В. 72
Ковальов М.О. 121
Когут Ю. М., 11
Костецький О. Я. 49, 51
Куршель Д. С. 90
Кучак А.І. 108
Кущик О. В. 58
- Лемішко С. В. 17
- Лебедь О. О. 8
Левуш П. 118
Луньов С.В. 83

- Мазур Н. В. 14
Макаренко А. С. 125
Малий Т.С. 106
Малик О. П. 72
Марчук О. В. 52
Марушко Л. П. 60
Маслов В. 5
Маханець О.М. 108
Мирончук Г.Л. 35, 36, 37, 141,
Мирончук Д. 142
Мислінчук В. О. 8
Мицик Б.Г. 31, 54
Мороз М.В. 64
- Нечипорук Б.Д. 64
Ніколенко А. 20
Новосад О. 58
Носенко В.В. 17
- Окулов С.М. 17
Олексеюк І. Д. 60
- Панкевич В. З. 60
Парасюк О. 60
Петровська Г. А. 137
Піскач Л.В. 40, 60
Піскун ОЛ. А. 73
Половинко І. І. 129
Полюхович К. 91
Понедельнік С. 141, 142
Пришко І. А., 63
Пясецкий М. 142
- Рижук А. 142
Рудик Б. П. 64
Рудиш М. Я. 49, 51, 63, 142
- Сахнюк В. Є. 111
Семочно О. Г. 129
Сиротюк С. В. 72, 73
Смітюх О. В. 52
Соколова О.С. 23
Солопан С.В. 17
Стадник В. 49, 51, 54, 63
Стахіра П. 35
Стрельчук В. 20
- Трофімук С. В. 131
Федорчук А. О. 52
Федуник-Яремчук О.В. 94
Фітьо В. 35, 137
- Хвищун М.В. 83
Хижун О.Ю.
Хруппа А. С. 73
- Цизь А. І. 83
- Цісар О. 60
Чубрей М. В. 43
- Шаварова Г. 25
Шаправський А. О. 49, 51
Шваліковський Д. М. 112, 114
Шигорін П. П. 58, 112, 114
Шутовський А. М. 111
- Щепанський П. 49, 51, 54, 63
Юхимчук В. О. 14, 17
- Янчук О. М. 85
Яремчук І. 35, 69

Contents

Зміст

Trokhimchuck Petro P. NONLINEAR OPTICS – 60, RELAXED OPTICS – 30	3
Section 1. The relaxed optical phenomena and processes	Секція 1. Релаксаційно-оптичні явища та процеси
Маслов В'ячеслав РЕЛАКСАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ЛАЗЕРНОМУ БАРВНИКУ DCM	5
Лебедь Олександр Олександрович, Мислінчук Володимир Олександрович, Гульчук Віталій Анатолійович МОНІТОРИНГ РАДОНОВОЇ ПРОБЛЕМИ У МІСТІ РІВНЕ В 2021-22 РОКАХ	8
Oleksandr Pastukh, Svitlana Pastukh MAGNETIC RELAXATIONS IN Mn_{12} -STEARATE SINGLE-MOLECULEMAGNETS DEPOSITED ON THE SILICA SURFACE	10
Trokhimchuck Petro P. PHOTON EFFICIENCY IN NONLINEAR AND RELAXED OPTICS	11
Trokhimchuck Petro P. SOME PROBLEMS OF MODELING THE LASER-INDUCED SPUTTERING (ABLATION) OF MATTER	13
О.Ф. Ісаєва, О.М. Грещук, Н.В. Мазур, В.М. Джаган, В.С. Єфанов, В.М. Рубіш, С.В. Вірко, В.О. Юхимчук ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТУ ПІДСИЛЕННЯ РАМАНІВСЬКОГО РОЗСІЯННЯ ХАЛЬКОГЕНІДНИХ ПЛІВОК ЗОЛОТИМИ НАНОКЛАСТЕРАМИ	14
Oleksandr Smirnov, Volodymyr Dzhagan, Veronika Dzhagan, Oleg Yeshchenko, Volodymyr Yukhymchuk, Nazar Mazur, Mariia Kovalenko PLASMONIC Ag NANOPARTICLES SYNTHESIZED FROM BIOEXTRACTS	16
С.В. Лемішко, І.П. Ворона, Ш.С. Головіна, В.О. Юхимчук, С.М. Окулов, В.В. Носенко, С.В. Солопан, А.Г. Білоус МОДЕЛЮВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО РЕЗОНАТОРА ДЛЯ ПІДСИЛЕННЯ ЕПР СИГНАЛУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПЛІВКОВИХ ЗРАЗКІВ	17
Section 2. Nonlinear and acoustic optical processes	Секція 2. Нелінійно- та акустооптичні процеси
Винник Д., Андрущак Н., Бендак А., Адамів В., Гайдучок В., Ніколенко А., Стрельчук В., Жидачевський Я., Андрущак А. ОПТИЧНІ ТА ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОМАТРИЦЬ Al_2O_3 З ВКЛЮЧЕННЯМИ КРИСТАЛІВ ADP	20

Соколова О.С., Голуб В.О., Голуб С.М., Голуб Г.С. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ ВНАСЛІДОК ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ	23
Ігор Зінич, Ганна Шаварова ВПЛИВ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ГІДРОФОБОЇ ПОВЕРХНІ НА ЇЇ ВЗАЄМОДІЮ З КРАПЛИНАМИ ВОДИ	25
Myś O., Kostyrko M., Adamenko D., Skab I. and Vlokh R. ACOUSTIC POLARIZATION SINGULARITIES ARISING UNDER TORSION AND ORBITAL ANGULAR MOMENTUM EXCHANGE AT THE BACKWARD COLLINEAR ACOUSTO-OPTIC DIFFRACTION: A CASE OF CRYSTALS WITH POINT SYMMETRY 3M	28
Б. Мицик, В. Стадник, Н. Дем'янишин, П. Щепанський, А. Андрущак ФОТОПРУЖНІСТЬ КРИСТАЛІВ ФТОРБЕРИЛАТУ АМОНІЮ	31
Яремчук Ірина, Булавінець Тетяна, Стахіра Павло, Володимир Фітьо ПЕРІОДИЧНІ СТРУКТУРИ НА ОСНОВІ МЕТАЛУ (ЗОЛОТО, МІДЬ) ТА ГРАФЕНУ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У ФОТОДЕТЕКТОРАХ	35
Section 3. New materials for optoelectronics	Секція 3. Нові матеріали для оптоелектроніки
Cherniushok Oleksandr Ivanovych, Romanyuk Yaroslav Yevgenovych, Bellagra Hadj Kaddouri, Kogut Yuri Mykolayovych, Piskach Lyudmyla Vasylivna POLYMORPHISM OF LEAD(II) TETRATHIOGERMANATE	36
V, Ya. Bratus, B. D. Shanina, V. M. Rodionov RADIATIVE RECOMBINATION IN CUBIC SILICON CARBIDE DOPED WITH BORON	38
Людмила Василівна Піскач, Ольга Володимирівна Величко ФІЗИКО-ХІМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ МІЖ Ag_8SiSe_6 ТА Hg_4SiSe_6	40
Головацький Володимир Анатолійович, Чубрей Марина Віталіївна, Гончарук Сергій Григорійович ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КВАНТОВОЇ ТОЧКИ ІІ ТИПУ $ZnTe/CdSe$	43
Horon B. I., Stadnyk V. Y., Kushnir O. S. REFRACTIVE INDICES OF AMMONIUM FLUOROBERYLLATE CRYSTALS IN A WIDE RANGE OF TEMPERATURES	44
Zakharchuk D. A., Fedosov S. A., Yashchynskyy L. V., Panasyuk L. I., Koval Yu. V. CHANGING OF PARAMETER'S ANISOTROPY OF MOBILITY IN n-GE MONOCRYSTALS WITH HETEROGENEOUS DISTRIBUTION OF DOPING IMPURITY	46
О. Я. Костецький, Р. С. Брезвін, В. Й. Стадник, П. А. Щепанський, М. Я. Рудиш, А. О. Шаправський ТЕРМІЧНЕ РОЗШИРЕННЯ ДОМІШКОВИХ КРИСТАЛІВ $\beta-LiNH_4SO_4: Mn$	49

О. Я. Костецький, Р. С. Брезвін, В. Й. Стадник, П. А. Щепанський, М. Я. Рудиш, А. О. Шаправський ОПТИКО-СПЕКТРАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ДОМІШКОВИХ КРИСТАЛІВ β -LiNH ₄ SO ₄ : Mn	51
Марчук О.В., Смітюх О.В., Федорчук А.О. СТРУКТУРА ТА СИНТЕЗ Ag ₃ AsS ₃ : Er	52
Б. Мицик, В. Стадник, Н. Дем'янишин, П. Щепанський, А. Андрущак ФОТОПРУЖНІСТЬ КРИСТАЛІВ ФТОРБЕРИЛАТУ АМОНІЮ	54
О. В. Новосад, О. П. Шигорін, В. В. Божко, О. В. Кущик ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ CuIn ₅ S ₈ -CdIn ₂ S ₄ ВІД ЇХ СКЛАДУ	58
Л. Піскач, О. Цісар, І. Олексеюк, В. Панкевич, Л. Марушко, О. Парасюк ФАЗОУТВОРЕННЯ В СИСТЕМАХ TI ₂ X-Ga ₂ X ₃ -D ^{IV} X ₂ (D ^{IV} - Si, Ge, Sn; X - S, Se)	60
І.А. Пришко, М.Я. Рудиш, В.Й. Стадник, Р.С. Брезвін, П.А. Щепанський ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПАРАМЕТРИ КРИСТАЛІВ Rb ₂ SO ₄	63
Нечипорук Б.Д., Мороз М.В., Рудик Б.П. СИНТЕЗ НАНОПОРОШКІВ ZnO ТА ГІДРОЦИНКІТУ ЕЛЕКТРОЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ	64
М.Ya. Rudysh, G.L. Myronchuk, M. Piasecki, V.Yo. Stadnyk, R.S. Brezvin, P.A. Shchepanskyi AB INITIO STUDY OF ELECTRONIC, OPTICAL, ELASTIC, AND VIBRATIONAL PROPERTIES OF AgAlS ₂ CRYSTAL	67
T. Yatsyniuk, I. Ivashchenko, V. Halyan, I. Olekseyuk, L. Piskach, L. Gulay, V. Pankevych SYNTHESIS OF THE GA ₂ S ₃ - GES ₂ - SB ₂ S ₃ GLASS SAMPLES DOUBLE DOPPED WITH PR ³⁺ AND ER ³⁺	68
Булавінець Тетяна, Яремчук Ірина, Бобицький Ярослав ПЛАЗМОННІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОЧАСТИНОК ЯДРО-ОБОЛОНКА Ag-CuS	69
Yu.A. Romaniuk, S. Golovynskyi, A.P. Litvinchuk, D. Dong, Y. Lin, O.I. Datsenko, M. Bosi, L. Seravalli, I.S. Babichuk, V.O. Yukhymchuk, B. Li, J. Qu INFLUENCE OF ANHARMONICITY AND INTERLAYER INTERACTION ON RAMAN SPECTRA IN MONO- AND FEW-LAYER MoS ₂	70
Сиротюк Степан Васильович, Малик Орест Петрович, Кліско Юрій Володимирович ПОЛЯРИЗОВАНИЙ ЗА СПІНОМ ЕЛЕКТРОННИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ ZnCrSeTe	72
Сиротюк С.В., Голиборода С.І., Хруппа А.С., Піскун О.А. ПОЛЯРИЗОВАНИЙ ЗА СПІНОМ ЕЛЕКТРОННИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СПЕКТР КРИСТАЛІВ ZnSe:Cr, ZnTe:Ni ТА ZnS:Fe	73
I.V. Luzhnyi, G.L. Myronchuk, D. Myronchuk, V.L. Bekenev, N.M. Denysyuk, K.I. Kopylova, O.V. Marchuk, O.Y. Khyzhun ELECTRONIC STRUCTURE OF TI ₄ PbI ₆ CRYSTAL: XPS MEASUREMENTS AND FIRST-PRINCIPLES BAND-STRUCTURE CALCULATIONS	76

Любомир Гулай 79
КРИСТАЛІЧНА СТРУКТУРА ПОЛІХАЛЬКОГЕНІДІВ РЗМ ЯК ПОХІДНА ВІД НАЙЩІЛЬНІШИХ
УПАКОВОК АТОМІВ ХАЛЬКОГЕНУ

**V.A. Tkach, O.V. Marchuk, O.V. Smitiukh, G.L. Myronchuk, D. Myronchuk, O.O. Foya,
N.M. Denysyuk, K.I. Kopylova, O.Y. Khyzhun** 81
XPS STUDIES OF THE ELECTRONIC STRUCTURE OF $\text{Cu}_2\text{HgGeS}_4$

**Section 4. Applications of the
relaxed and nonlinear optical
processes in technology,
industry and education**

**Секція 4. Застосування
релаксаційно- та нелінійно-
оптичних процесів в технології,
промисловості та освіті**

Луцьов С.В., Хвищун М.В., Цизь А.І. 83
ТЕНЗОРЕЗИСТИВНІ ЕФЕКТИ В γ -ОПРОМІНЕНИХ МОНОКРИСТАЛАХ n-Si

Гурко А.М., Янчук О.М. 85
СКЛАДАННЯ Й АПРОБАЦІЯ ТЕСТІВ З ТЕМ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ХІМІЇ «РОЗЧИНИ.
ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ» ТА «ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ»

Yoichi Arai 86
DESTRUCTION OF CANCER CELLS BY COLD PLASMA

Головін М.Б., Головіна Н.А. 88
КОРЕКЦІЯ СКЛАДНОСТІ ТЕСТОВИХ ПАКЕТІВ ДИСТАНЦІЙНИХ КУРСІВ НА ОСНОВІ
ДІАГНОСТИКИ СТАТИСТИЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

А.Г. Кевшин, В.В. Галян, Д.С. Куршель 90
ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА» ДЛЯ
СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА НАНОМАТЕРІАЛИ» ВОЛИНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Полюхович Каріна 91
ТЕХНОЛОГІЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ MICROSOFT HOLOLENS В ОСВІТІ

**Section 5. Modern problems of
theoretical and mathematical
physics**

**Секція 5. Сучасні проблеми
теоретичної та математичної
фізики**

Бушев Д.М., Федунік-Яремчук О.В. 94
ПРО ІЗОМЕТРИЧНІСТЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОСТОРІВ

Danylchenko Pavlo Ivanovych 96
NON-IDENTITY OF INERTIAL AND GRAVITATIONAL MASSES

Danylchenko Pavlo Ivanovych	98
THE SOLUTIONS OF EQUATIONS OF GRAVITATIONAL FIELD FOR QUANTUM QUASI-EQUILIBRIUM COOLING DOWN GASES	
Danylchenko Pavlo Ivanovych	101
THE INSTANTANEOUS VALUES OF MAIN THERMODYNAMIC PARAMETERS AND POTENTIALS THAT ARE CHARACTERISTIC TO GIBBS THERMODYNAMIC MICROSTATES	
О. М. Маханець, І. С. Гнідко, А. І. Кучак	108
ЕЛЕКТРОННІ, ЕКСИТОННІ ТА ФОНОННІ СПЕКТРИ У НАПІВПРОВІДНИКОВІЙ НАНОСТРУКТУРІ КВАНТОВА ТОЧКА – КВАНТОВЕ КІЛЬЦЕ	
Petro Trokhimchuck, Ivan Shevchuk	109
ABOUT QUESTION OF SIMILARITY IN THEORETICAL AND MATHEMATICAL PHYSICS	
Arsen M. Shutovskyi and Vasyl Ye. Sakhnyuk	111
TAYLOR SERIES OF BIHARMONIC POISSON INTEGRAL FOR UPPER HALF PLANE	
Сахнюк В. Є., Шутовський А. М., Вілігурський О. М.	111
ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОЇ ПОВЕДІНКИ ПАРАМЕТРАВПОРЯДКУВАННЯ В ОДНО- ТА ДВОЗОННИХ НАДПРОВІДНИКАХ	
Шигорін П. П., Шваліковський Д. М.	112
ДО ТЕОРІЇ МЕХАНОЕЛЕКТРИЧНОГО ЕФЕКТУ У НАДПЛИННОМУ ГЕЛІЇ	
Шигорін П. П., Шваліковський Д. М.	114
МЕТОД ВЛАСНИХ ФУНКЦІЙ В ТЕОРІЇ НЕРІВНОВАЖНИХ ПРОЦЕСІВ У КОНДЕНСОВАНОМУ БОЗЕ-ГАЗІ	
Section 6. Computer science and its physical applications	Секція 6. Комп'ютерні науки та їх застосування в фізиці
Благітко Богдан, Миронюк Дмитро, Левуш Павло	118
КІБЕР-ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПІЛЬНОГО РУХУ ВЕДУЧОГО ІВЕДЕНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	
Грабовський В. А., Ковальов М. О.	121
РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	
Макаренко Олександр Сергійович	125
ПИТАННЯ ТЕОРІЇ ОБЧИСЛЕНЬ, ЩО ЗВ'ЯЗАНІ З МОЖЛИВОЮ БАГАТОЗНАЧНІСТЮ	
Svitlana Pastukh, Przemysław Piekarczyk	128
AB INITIO METHODS FOR INVESTIGATION OF CRYSTAL STRUCTURES AND DYNAMICAL PROPERTIES OF PHOSPHATE MATERIALS	
Половинко І.І., Семочно О. Г.	129
РОЗПІЗНАННЯ ОБРАЗІВ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ	

Трофімук Світлана Віталіївна ПІДВИЩЕННЯ МОТИВАЦІЇ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА ГЕЙМІФІКАЦІЇ	131
V.Fourman, D. Malytsky USING THE MODERN SOFTWARE FOR THERMAL FIELD 3D MODELING	132
Фітьо Володимир Михайлович, Петровська Галина Андріївна ФІЛЬТРАЦІЯ АМПЛІТУД ПОЛІВ, ВІДТВОРЕНИХ З ЦИФРОВОЇ ГОЛОГРАМИ ОРТОГОНАЛЬНИМИ ПОЛІНОМАМИ ЛЕЖАНДРА	137
Мельничук Т., Іванюк Д., Понедельнік С., Єндрика Я., Мирончук Г. ОПТИКО-СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛІВ AgGaGe ₃ Se ₈ ЛЕГОВАНИХ РІДКОЗЕМЕЛЬНИМИ МЕТАЛАМИ	141
М. Я. Рудиш, Д. Мирончук, А. Рижук, С. Понедельнік, М.Пясецький ЗОННА СТРУКТУРА КРИСТАЛІВ Ag ₃ AsS ₃	142
Author Index	144

Наукове видання

**РЕЛАКСАЦІЙНО, НЕЛІНІЙНО, АКУСТООПТИЧНІ
ПРОЦЕСИ І МАТЕРІАЛИ**

РНАОПМ-2022

**МАТЕРІАЛИ
ХІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**XI INTERNATIONAL CONFERENCE
RELAXED, NONLINEAR AND ACOUSTIC OPTICAL
PROCESSES AND MATERIALS**

RNAOPM-2022

June 01-05, 2022, Lutsk, UKRAINE

PROCEEDINGS

Друкується в авторській редакції

Формат 60x84 ¹/₁₆. Обсяг 8,84 ум. друк. арк., 8,68 обл.-вид. арк.
Наклад 300 пр. Зам. 28. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. (0332) 29-90-65).
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.



ISBN 978-966-940-404-6



9 789669 404046 >