

ПОВІДОМЛЕННЯ

про утворення разової спеціалізованої вченої ради

Заклад освіти/наукова
установа

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
(ідентифікаційний код 02071240)

1. Здобувач ступеня доктора філософії

1.1. ПІБ здобувача ступеня
доктора філософії

Михайлович Василь Васильович

1.2. Освітньо-наукова
програма, яку завершив
здобувач

38608 Фізика та астрономія (104 Фізика та астрономія)

1.3. Окремі елементи
освітньо-наукової програми
забезпечуються іншим
закладом вищої освіти/
науковою установою (у тому
числі іноземним)

ні

2. Дисертація

2.1. Тема дисертації

Проектування нанорозмірних оксидних діелектричних матеріалів
для електронних пристроїв

2.2. Анотація дисертації

Михайлович В.В. Проектування нанорозмірних оксидних діелектричних матеріалів для електронних пристроїв. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.
Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія». – Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича МОН України, Чернівці, 2023.
Сьогодні діелектричні матеріали відіграють ключову роль у передових електронних пристроях, таких як, конденсатори, суперконденсатори, сенсори, транзистори, тощо. В контексті нинішньої тенденції до мінімізації розмірів, підготовка та функціоналізація нанорозмірних діелектричних матеріалів є одним із пріоритетних напрямків дослідження. Серед широкого спектру діелектриків одним із найцікавіших є матеріали з високою діелектричною сталою, так звані матеріали з високою константою діелектричної проникності (high-k). Одними з найбільш яскравих представників висококонстантних матеріалів є оксидні діелектрики, до яких можна віднести перовскіти барію титанату та шпінелі на основі хромітів. Ці два типи сполук викликають зростаючий інтерес, оскільки вони володіють високою діелектричною сталою, фєроелектричною, п'єзоелектричною, піроелектричною та іншими властивостями, що робить їх ідеальними кандидатами для застосування в мікро- та нанoeлектроніці.
В цьому контексті, дана дисертація зосереджується на підготовці, функціоналізації та інтеграції нанорозмірних перовскітів типу BaTiO₃ та шпінелей типу ZnCr₂O₄ у плоскі конденсатори з високим значенням константи діелектричної проникності.
Дисертація організована наступним чином;
У вступі обґрунтовано вибір теми та актуальність дисертаційного

дослідження, вказано його зв'язок з науковими програмами та темами, сформульовано мету та завдання дисертації, вказане її наукове та практичне значення, наведено інформацію про публікації й особистий внесок здобувача, апробацію результатів роботи, її структуру й обсяг.

Розділ 1 складається з чотирьох основних частин: (i) сучасний стан досліджень, (ii) властивості нанорозмірних діелектричних оксидних частинок, (iii) методи наноструктурування та організації діелектричних наночастинок у вигляді тонких плівок та (iv) інтеграція діелектричних наночастинок в електронні пристрої в якості активних компонентів. Розділ закінчується висновками. У під розділі (i) найбільш актуальні методи синтезу діелектричних оксидних наночастинок і вплив морфології та граней частинок на їхні фізичні властивості. У під розділі (ii) представлені діелектричні, оптичні, сегнетоелектричні, п'єзоелектричні властивості нанорозмірних частинок діелектричних оксидів. У під розділі (iii) описано методи наноструктурування та організації діелектричних наночастинок в однорідні тонкі плівки. У під розділі (iv) проілюстровано застосування матеріалів діелектричного типу в пристроях накопичення енергії, конденсаторах, суперконденсаторах, транзисторах та інших пристроях.

У розділі 2 описано основні методи, що використовувалися для характеристики діелектричних оксидних наноматеріалів. Так, для аналізу морфології наночастинок використовували скануючу електронну мікроскопію та просвічуючу електронну мікроскопію. Інфрачервона спектроскопія з перетворенням Фур'є та/або Раманівська спектроскопія, що зазвичай використовуються для отримання доступу до вібраційних властивостей кристалічної структури, безпосередньо пов'язаних з хімічними зв'язками аналізованих сполук. Ці методи також використовуються для аналізу функціоналізації поверхні. X - променева порошкова дифракція та енергодисперсійна X променева спектроскопія використовуються для елементного та структурного аналізу. Імпеданс спектроскопія був використаний для оцінки властивостей переносу заряду. Для характеристики п'єзоелектричних властивостей на рівні окремих частинок використовувався метод п'єзоелектричної силової мікроскопії.

Розділ 3 присвячено синтезу та характеристиці діелектричних систем наночастинок типу перовскіту. Зокрема, експериментальним шляхом було отримано ряд систем наночастинок титанату барію з контрольованою морфологією та розміром: кубічні наночастинок (середній розмір близько 15 нм), усічені кубоїдальні наночастинок (середній розмір близько 100 нм) та усічених ромбододекаедричних наночастинок (середній розмір близько 110 нм). Слід зазначити, що наночастинок з усіченою ромбододекаедричною та усіченою кубоїдальною морфологією BaTiO₃ були отримані та описані вперше. Досліджено вплив морфології частинок на діелектричні властивості наночастинок на основі титанату барію. В результаті отримано наступні значення діелектричної проникності: для кубічних наночастинок із середнім розміром близько 15 нм діелектрична проникність становить 54 - 265, для усічених ромбододекаедричних наночастинок розміром 110 нм 95-1625, а для усічених кубоїдальних наночастинок розміром 100 нм - від 375 до 8734 в діапазоні частот від 1 МГц до 1 Гц. Крім того, досліджено температурну залежність діелектричної

проникності. ІЧ-Фур'є аналіз показав успішну функціоналізацію поверхні олеїною кислотою, що в подальшому дозволило приготувати стабільні колоїдні розчини для осадження тонких плівок і виготовлення пристроїв. Порошкова X-променева дифракція та Раманівська спектроскопія показали, що всі зразки кристалізуються в тетрагональну фазу. Наявність постійної фероелектричної поляризації на рівні окремих частинок була доведена за допомогою п'єзоелектричної силової мікроскопії при прикладеному зовнішньому полі від -15 до 15 В.

У розділі 4 описано методику варіювання морфологією систем типу шпінелі та її вплив на діелектричні властивості. Для отримання нанокристалів $MgCr_2O_4$ і $ZnCr_2O_4$ було використано метод золь-гель автогоріння. Результати експерименту свідчать, що на розмір, ширину забороненої зони та діелектричні властивості отриманих наночастинок шпінелі впливають декілька факторів, зокрема час горіння гелю, температура горіння та ентальпія горіння твердого хелатно-зв'язуючого агента. Однак, незважаючи на успішний синтез обох типів наночастинок $MgCr_2O_4$ та $ZnCr_2O_4$ з контрольованою морфологією, лише наночастинки цинк хроміту були обрані для використання в якості активного компонента при виготовленні конденсаторів. Це було мотивовано високими значеннями діелектричної проникності, отриманими в діапазоні від 400 (при 10 МГц) до 1500 (при 10 Гц).

Розділ 5 ілюструє, зокрема інтеграцію наночастинок типу шпінелі та перовскіту в електронні пристрої. Першим кроком на цьому шляху була функціоналізація поверхні наночастинок з метою отримання стабільних суспензій, які будуть використовуватися для осадження тонких плівок. Для виготовлення тонких плівок були використані два методи, а саме: діелектрофорез та "drop casting". Незважаючи на те, що метод діелектрофорезу дозволяють отримувати тонкі плівки з високим ступенем впорядкованості наночастинок, цей методи обмежений неперервністю тонких шарів на великих поверхнях. Цю проблему було подолано за допомогою методу "drop casting". Для наноматеріалів перовскіту та шпінелі товщина отриманих тонких плівок варіюється від 400 нм до 4300 нм. Якість поверхні та елементний склад плівок було досліджено за допомогою скануючої електронної мікроскопії та енергодисперсійного X-променевого аналізу. Наступним кроком після визначення характеристик тонких плівок було виготовлення конденсаторів шляхом осадження срібних електродів на обидві сторони діелектричних плівок. Ефективність виготовлених конденсаторів було досліджено методом імпеданс спектроскопії. Таким чином, ми отримали наступні значення електричної ємності: 1 нФ для конденсатора на основі $ZnCr_2O_4$, 200 нФ для конденсаторів на основі усічених кубоїдальних наночастинок $BaTiO_3$ і 2 нФ для конденсаторів на основі усічених ромбододекаедричних наночастинок $BaTiO_3$.

Практичне значення отриманих результатів

Отримані результати дослідження мають велике практичне значення. Серія наносистем із контрольованими параметрами, які були створені, відкриває нові можливості у сфері мікро- та наноелектроніки. Особливо важливо відзначити методику контрольованого синтезу нанокристалів з високою діелектричною сталою, яка дозволить застосовувати ці системи у вигляді компонентів для конденсаторів, суперконденсаторів, транзисторів,

сенсорів та інших мікро- та нанорозмірних пристроїв. Систематичний підхід до методик синтезу наноматеріалів в цій роботі дозволяє встановлювати ключові фактори і умови, за яких можна досягти не лише певної морфології наноструктур, але й комплексно покращити їхні діелектричні властивості. Це відкриває перспективи для створення нових матеріалів з різноманітними морфологіями, що в свою чергу розширює спектр їхнього практичного використання.

Запропонована методика нанесення тонких плівок також має велике значення, оскільки вона дозволяє отримувати високоякісні плівки на основі різних типів наночастинок. Ця методика не потребує значних енергетичних витрат, спеціалізованого обладнання чи специфічних умов, що робить її доступною та практично застосовною в різних сферах науки та технологій.

2.3. Ключові слова дисертації розмір нанокристалів BaTiO₃, діелектричні оксидні матеріали, електричні властивості, Фур'є перетворюючий інфрачервоний спектр (спектроскопія), легована кераміка, мікроструктура (густина), фероелектричний фазовий перехід, УФ-Вид оптичне поглинання, (ТГц) Раманівська – спектроскопія, скануюча електронна мікроскопія (СЕМ), X – променева дифракція (ХПД), структура, каталіз, метод золь-гель само-загоряння, наночастинок MgCr₂O₄- (шпінельного – типу)

2.4. Посилання, за яким розміщено текст дисертації <https://archer.chnu.edu.ua/handle/123456789/7435>

2.5. Публікації здобувача, зараховані для захисту

Moradi, P., Taheri-Nassaj, E., Yourdkhani, A., Mykhailovych, V., Diaconu, A. and Rotaru, A., 2023. Enhanced energy storage performance in reaction-sintered AgNbO₃ antiferroelectric ceramics. Dalton Transactions, 52(14), pp.4462-4474. (Scopus, Web of Science) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=9500153949&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	microwave dielectric-properties, silver niobate ceramics, doped agnbo ₃ , electrical-properties, phase-transition, microstructure, density, ferroelectricity, boundary, MN
DOI	10.1039/d3dt00182b
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000949788200001

Mihai, L., Caruntu, G., Rotaru, A., Caruntu, D., Mykhailovych, V., Ciomaga, C.E., Horchidan, N., Stancalie, A. and Marcu, A., 2023. GHz-THz Dielectric Properties of Flexible Matrix-Embedded BTO Nanoparticles. Materials, 16(3), p.1292. ISSN: 1996-1944 (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=76627&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	BaTiO ₃ , dielectric properties, flexible dielectric materials, THz spectroscopy

DOI	10.3390/ma16031292
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147848241&origin=resultslist&sort=plf-f

Kavey, B.D., Caruntu, D., Mykhailovych, V. and Caruntu, G., 2022. Ferroelectric monodisperse Ln-doped barium titanate cuboidal nanocrystals prepared by a solvothermal route. *CrystEngComm*, 24(40), pp.7089-7102. (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=130039&tip=sid&clean=0/>)

Рік	2022
Ключові слова	rare-earth cations, dielectric-properties, electrical-properties, batio3 nanocrystals, raman-spectroscopy, ceramics, LA, microstructure, nanoparticles, luminescence
DOI	10.1039/D2CE00770C
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000862309600001

Mykhailovych, V., Kanak, A., Cojocar, Ş., Chitoiu-Arsene, E.D., Palamaru, M.N., Iordan, A.R., Korovyanko, O., Diaconu, A., Ciobanu, V.G., Caruntu, G. and Lushchak, O., 2021. Structural, Optical, and Catalytic Properties of MgCr₂O₄ Spinel-Type Nanostructures Synthesized by Sol–Gel Auto-Combustion Method. *Catalysts*, 11(12), p. 1476. (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100332402&tip=sid&clean=0/>)

Рік	2021
Ключові слова	catalysis, MgCr ₂ O ₄ nanoparticles, sol-gel auto-combustion method, spinel
DOI	10.3390/catal11121476
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120356328&origin=resultslist&sort=plf-f

3. Захист

3.1. Посилання, за яким здійснюватиметься онлайн-трансляція захисту <https://www.youtube.com/channel/UC7PNEvK5g8CET3dTxA-x0yQ>

4. Разова рада

4.1. Дата рішення Вченої 25.09.2023

ради про утворення разової
ради

Голова разової ради

ПІБ	Головацький Володимир Анатолійович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.02 Теоретична фізика
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	–
ORCID	0000-0002-5573-2562

Публікації за тематикою дисертації

Holovatsky V. A., Chubrei M. V. Optical absorption in core-shell quantum antidot under applied co-directed electric and magnetic fields. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. 2023. Vol. 751, Is. 1, P. 149 – 157 (Web of Science, Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	density distribution, energy spectrum, intersubband transition, optical absorption coefficient, quantum antidot
DOI	10.1080/15421406.2022.2073539
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000795060500001

Holovatsky, V. A., Chubrei, M. V., & Duque, C. A. (2022). Core-shell type-II spherical quantum dot under externally applied electric field. *Thin Solid Films*, 747, 139142. (Web of Science, Scopus) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12347&tip=sid&clean=0>).

Рік	2022
Ключові слова	diagonalization method, electric field, exciton energy, interband transition, oscillator strength, type-II quantum dots
DOI	10.1016/j.tsf.2022.139142
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85126128822&origin=resultslist&sort=plf-f

Holovatsky, V., Holovatskyi, I., Chubrei, M. and Duque, C.A., 2023. Theoretical modeling of magnetic field effects on the optical properties of type-II core-shell quantum dot. *Applied Nanoscience*, pp.1-9. (Scopus) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100886227&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	core-shell quantum dot, magnetic field, oscillator strength, quantum transition, quasiparticle energy spectrum, quasiparticle wave function, type-II band alignment
DOI	10.1007/s13204-023-02877-4
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85160600434&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=1d4ab7230edd1a3828dcca6b05a1c339&sot=b&sdt=b&s=TILE-ABS-KEY%28Theoretical+modeling+of+magnetic+field+effects+on+the+optical+properties+of+type-II+core%E2%80%93shell+quantum+dot%29&sl=219&sessionSearchId=1d4ab7230edd1a3828dcca6b05a1c339

Рецензент

ПІБ	Баловсяк Сергій Васильович
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 05.13.05 Комп'ютерні системи та компоненти
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0002-3253-9006

Публікації за тематикою дисертації

Fodchuk, I., Ivakhnenko, S., Tkach, V., Balovsyak, S., Solodkyi, M., Borchha, M., Hutsuliak, I., Kuzmin, A., Roman, Y., Smusenko, Y. and Pynuk, P., Fourier energy analysis of Kikuchi patterns for investigation of defect system of diamond crystals. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2021. Vol. 12126. P. 433-438. ISSN: 0277786X (Scopus, Web of Science).

Рік	2021
Ключові слова	synthesized diamonds, electron backscatter diffraction, Kikuchi method, Fourier transform, power Fourier spectrum
DOI	10.1117/12.2615864
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000797364600057

Borchha, M., Fodchuk, I., Solodkyi, M., Balovsyak, S., Roman, Y. and Hutsuliak, I., Determination of structural

heterogeneity of crystals from electron backscatter diffraction images with use of the Fourier energy spectrum. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. 2020. Vol. 11369. P. 392-403. ISSN: 0277786X (Scopus).

Рік	2020
Ключові слова	deformations, electron backscatter diffraction, Fourier transformation, Kikuchi method, power Fourier spectrum
DOI	10.1117/12.2553974
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85081115060&origin=resultslist&sort=plf-f

Borcha, M.D., Solodkyi, M.S., Balovsyak, S.V., Tkach, V.M., Hutsuliak, I.I., Kuzmin, A.R., Tkach, O.O., Kladko, V.P., Gudymenko, O.Y., Liubchenko, O.I. and Świątek, Z., 2019. Features of structural changes in mosaic Ge: Sb according to x-ray diffractometry and electron backscatter diffraction data. Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics, 22(4), pp.381-386. (Scopus, Web of Science).

Рік	2019
Ключові слова	high resolution X-ray diffractometry, electron backscatter diffraction, Kikuchi method, reciprocal space maps, Fourier transform
DOI	10.15407/spqeo22.04.381
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000522633000001

Рецензент

ПІБ	Сеті Юлія Олександрівна
Місце роботи	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Посада	професор (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.02 Теоретична фізика
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-5576-8031

Публікації за тематикою дисертації

Seti, J., Vereshko, E., Voitsekhivska, O. and Tkach, M., 2023, March. Properties of Spectral Parameters of Multicascade Nanostructure Being a Model of Quantum Cascade Detector. Springer Proceedings in Physics. Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications: Selected Proceedings of the IX International Conference Nanotechnology and Nanomaterials (NANO2021). 2023. 279, p. 361–376. ISSN: 0930-8989 (Scopus).

Рік	2023
Ключові слова	electron, quantum cascade detector, spectrum
DOI	10.1007/978-3-031-18096-5_21
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85152586401&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=d354a285130603359ca34b32f412013b&sot=b&sdt=b&s=TITLE%28Properties+of+Spectral+Parameters+of+Multicascade+Nanost+ructure+Being+a+Model+of+Quantum+Cascade+Detector%29&sl=112&sessionSearchId=d354a285130603359ca34b32f412013b

Seti, J., Voitsekhivska, O., Vereshko, E. and Tkach, M., 2021. Effect of interface phonons on the functioning of quantum cascade detectors operating in the far infrared range. Applied Nanoscience (Switzerland) Vol. 12. Is. 3. P. 533 - 542 (Scopus, Web of Science) Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100886227&tip=sid&clean=0>.

Рік	2021
Ключові слова	electron-phonon interaction, interface phonon, quantum cascade detector, spectrum
DOI	10.1007/s13204-021-01708-8
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85101007890&origin=resultslist&sort=plf-f

Tkach, M., Seti, J., Voitsekhivska, O., Gutiv, V. and Vereshko, E., 2020. Properties of renormalized spectrum of interacting with polarization phonons localized quasiparticle with degenerated excited state. Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol 1, 701, pp.48-58. (Scopus, Web of science).

Рік	2020
Ключові слова	degenerated state, diagram technique, phonon, quasiparticle, spectrum
DOI	10.1080/15421406.2020.1732562
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85088899371&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=8dc40c7efc9943ac34428e6a6203c8dd&sot=b&sdt=b&s=TITLE%28Properties+of+renormalized+spectrum+of+interacting+with+polar+ization+phonons+localized+quasiparticle+with+degenerated+excited+state%29&sl=138&sessionSearchId=8dc40c7efc9943ac34428e6a6203c8dd

Офіційний опонент

ПІБ	Коцюбинський Володимир Олегович
Місце роботи	Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Посада	Завідувач кафедри (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Фізико-технічний факультет
Науковий ступінь	Доктор наук, 01.04.18 Фізика і хімія поверхні
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0001-6461-937X

Публікації за тематикою дисертації

Mironyuk, I., Danyliuk, N., Turovska, L., Mykytyn, I. and Kotsyubynsky, V., 2023. Structural, morphological and photocatalytic properties of nanostructured TiO₂/AgI photocatalyst. *Physics and Chemistry of Solid State*, 24(2), pp.374-384. (Scopus, Web of Science).

Рік	2023
Ключові слова	titania, congo red, methyl orange, photocatalyst
DOI	10.15330/pcss.24.2.374-384
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001024215300022

Tatarchuk, T., Shyichuk, A., Danyliuk, N., Naushad, M., Kotsyubynsky, V. and Boychuk, V., 2023. Cobalt ferrite as an electromagnetically boosted metal oxide hetero-Fenton catalyst for water treatment. *Chemosphere*, 326, p.138364. (Scopus, Web of Science) (Q1 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24657&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	cobalt ferrite, electromagnetic heating, fenton-like oxidation, hydrogen peroxide
DOI	10.1016/j.chemosphere.2023.138364
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85150366397&origin=resultslist&sort=plf-f

Mazurenko, J., Kaykan, L., Żywczak, A., Kotsyubynsky, V., Boychuk, V., Turovska, L. and Vakaliuk, I., 2023. Effect of Nickel Ions Substitution on the Magnetic and Optical Properties of a Nanosized Lithium-Iron Ferrite. *Journal of Nano Research*, 78, pp.73-90. (Scopus, Web of Science) Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=17600155202&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	nanoparticles, ferrite, electrical properties, photocatalytic activity,

	wastewater, treatment, VSM measurements
DOI	10.4028/p-l3c1ie
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000982255400007

Офіційний опонент

ПІБ	Теребіленко Катерина Володимирівна
Місце роботи	Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Посада	доцент (Основне місце роботи)
Факультет або інший структурний підрозділ	Хімічний факультет
Науковий ступінь	Доктор наук, 02.00.01 Неорганічна хімія
Дата отримання диплома доктора філософії (кандидата наук)	-
ORCID	0000-0003-2403-4347

Публікації за тематикою дисертації

Zozulia, V.O., Terebilenko, K.V., Nedilko, S.G., Chornii, V.P., Slobodyanik, M.S., 2023. Luminescence Properties of K₂Bi(PO₄)(MoO₄): Gd, Eu Solid Solutions. Theoretical and Experimental Chemistry, pp.1-5. (Web of Science) (Q3 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21969&tip=sid&clean=0>).

Рік	2023
Ключові слова	phosphate, photoluminescence, molybdate, europium, gadolinium
DOI	10.1007/s11237-023-09769-2
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні
Посилання	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001039756300001

Terebilenko, K. V., Chornii, V. P., Zozulia, V. O., Gural'skiy I.A., Shova, S. G., Nedilko, S. G., Slobodyanik, M. S. Crystal growth, layered structure and luminescence properties of K₂Eu(PO₄)(WO₄). RSC advances. 2022. Vol. 12, Is. 15, P. 8901 - 8907. (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100199840&tip=sid&clean=0>).

Рік	2022
Ключові слова	optical-properties, energy-transfer, phosphors, eu3+, emission, tb, k2bi(po4)(wo4), molybdate, phase, bipo4
DOI	10.1039/d2ra00932c
Одноосібне авторство	ні
Містить державну таємницю / службову інформацію	ні

таємницю / службову
інформацію

Посилання [https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/
WOS:000771699200001](https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000771699200001)

Terebilenko, K.V., Nedilko, S.G., Chornii, V.P., Prokopets, V.M., Slobodyanik, M.S. and Boyko, V.V., 2020. Structural and optical properties of langbeinite-related red-emitting $K_2Sc_2(MoO_4)(PO_4)_2:Eu$ phosphors. RSC advances, 10(43), pp.25763-25772. (Scopus, Web of Science) (Q2 – <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100199840&tip=sid&clean=0>).

Рік 2020

Ключові слова up-conversion emission, luminescence properties, spectroscopic properties, electronic-structure, Eu^{3+} , SM, DY, immobilization, (RE, TB

DOI 10.1039/d0ra04975a

Одноосібне авторство ні

Містить державну
таємницю / службову
інформацію ні

Посилання [https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/
WOS:000552843400040](https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000552843400040)

Підтвердження

Я підтверджую, що:

- я належним чином уповноважений/а закладом освіти/науковою установою на подання цього повідомлення, і за потреби надам документ, який підтверджує ці повноваження
- усі відомості, викладені у цьому повідомленні, є достовірними

Документ підписаний електронним підписом

ЯКУБОВСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСІЇВНА

29.09.2023