

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0222U005449

**Державний реєстраційний номер:** 0122U000854

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 30-12-2022

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Визначення впливу умов синтезу систем NaCl-KCl та Ca<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>Cl, активованих йонами Eu<sup>2+</sup> й Ce<sup>3+</sup> на їхні люмінесцентні характеристики.

**Початок етапу:** 01.2022

**Закінчення етапу:** 12.2022

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Фізико-хімічний інститут ім. О. В. Богатського Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 03534535

**Місцезнаходження:** Люстдорфська дорога, буд. 86, м. Одеса, Одеська обл., 65080, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380487662044

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національна академія наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00019270

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01601, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442343243

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.1 - фундаментальні дослідження

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 6541230

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 1852.050 |
|-----------------------------------------------------------|

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Закономірності впливу складу й умов синтезу на люмінесцентні властивості Eu(II) у галогенідних й оксогалогенідних сполуках і системах – перспективних матеріалах для детекторів та перетворювачів УФ випромінювання

### Назва роботи англійською:

Regularities of the effect of the composition and conditions of synthesis on the luminescent properties of Eu (II) in halide and oxohalide compounds and systems – promising materials for detectors and transformers of UV radiation

### Реферат українською:

Методом спектроскопії дифузного відбиття встановлено характер взаємодії у системі NaCl-KCl-CeF<sub>3</sub>-EuF<sub>3</sub>. Виявлено вплив складу й попередньої твердофазної термообробки на характер взаємодії системи з розплавом NaCl-KCl. Показано зростання вмісту Eu(II) та зменшення вмісту Eu(III) завдяки реакціям окиснення-відновлення між компонентами систем як на стадії твердофазної реакції, так і при взаємодії з сольовим розплавом. Домінуюча роль іонів Eu<sup>2+</sup> у сольовому плаві проявляється особливо чітко на спектрах дифузного відбиття наявністю інтенсивних смуг поглинання та від'ємного поглинання в УФ діапазоні. Виявлено люмінесценцію іонів Eu<sup>2+</sup> високої інтенсивності, що суттєво переважає таку для іонів Eu<sup>3+</sup>. Певний вплив на інтенсивність люмінесценції іонів Eu<sup>2+</sup> та Eu<sup>3+</sup> чинить співвідношення між компонентами. Показано, що зміна довжини хвилі збудження неоднозначно впливає на інтенсивність люмінесценції іонів Eu<sup>2+</sup>, максимум якої припадає на 350 нм. Оцінено час життя збуджених станів іонів Eu<sup>2+</sup> та Eu<sup>3+</sup>, що становить значення порядку одиниць мкс та мс, відповідно. Запропоновано механізм утворення наночасток фторидів EuF<sub>2</sub> та EuF<sub>3</sub> у застиглих сольових плавах та роль захисних оболонок з комплексних іонів EuCl<sub>2-4</sub> у процесах люмінесценції плавів. Шляхом твердофазних реакцій синтезовано активовані іонами Eu<sup>2+</sup> та Ce<sup>3+</sup> хлорборати кальцію, Ca<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>Cl – перспективні матеріали для знаків безпеки нічного режиму. Показано, що контроль відновлювального середовища в процесі синтезу та обмеження контакту з атмосферним повітрям під час зберігання зразків є важливими умовами отримання люмінесцентних матеріалів на основі Ca<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>Cl:Eu<sup>2+</sup>. На підставі отриманих експериментальних даних та результатів розрахунків з перших принципів зроблено висновок, що довготривале свічення Ca<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>Cl:Eu<sup>2+</sup>, Ce<sup>3+</sup> після УФ-збудження (пзб. = 254 нм) зумовлено автоіонізацією іонів Eu<sup>2+</sup> з наступним захопленням делокалізованих електронів дефектами ґратки.

### Реферат англійською:

The nature of the interaction in the NaCl-KCl-CeF<sub>3</sub>-EuF<sub>3</sub> system was determined by the method of diffuse reflectance spectroscopy. The influence of the composition and preliminary solid-phase heat treatment on the nature of the interaction of the system with the NaCl-KCl melt was revealed. It is shown that the content of Eu(II) increases and the content of Eu(III) decreases due to oxidation-reduction reactions between the components of the systems both at the solid-phase reaction and during interaction with the salt melt. The dominant role of Eu<sup>2+</sup> ions in the salt melt is particularly clearly manifested in the diffuse reflectance spectra by the presence of intense absorption bands and negative absorption in the UV range. High-intensity luminescence of Eu<sup>2+</sup> ions was detected, which significantly exceeds that of Eu<sup>3+</sup> ions. The ratio between the components has a certain influence on the luminescence intensity of Eu<sup>2+</sup> and Eu<sup>3+</sup> ions. It is shown that the change in the excitation wavelength has an ambiguous effect on the luminescence intensity of Eu<sup>2+</sup> ions, the maximum of which occurs at 350 nm. The lifetime of the excited states of Eu<sup>2+</sup> and Eu<sup>3+</sup> ions, which is of the order of μs and ms, respectively, was estimated. The mechanism of formation of EuF<sub>2</sub> and EuF<sub>3</sub> fluoride nanoparticles in solidified salt melts and the role of protective shells made of EuCl<sub>2-4</sub> complex ions in melt luminescence processes are proposed. Calcium

chlorborates,  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl}$  activated by  $\text{Eu}^{2+}$  and  $\text{Ce}^{3+}$  ions were synthesized by means of solid-phase reactions - promising materials for night mode safety signs. It is shown that the control of the reducing medium during the synthesis process and the limitation of contact with atmospheric air during sample storage are important conditions for obtaining luminescent materials based on  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ .

**Індекс УДК:** 546.6, 546.650:628.9.037:661.482

**Коди тематичних рубрик:** 31.17.15.11

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Зінченко Віктор Федосійович

**Науковий ступінь:** д. х. н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Заключний звіт; пристрій – портативний люмінесцентний мікроскоп; дослідний зразок на основі полікристалічного  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl: Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$ .

**Назва НТП англійською:** Final report; the device – a portable fluorescent microscope; prototype based on polycrystalline  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl: Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$ .

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Матеріали

**Галузь застосування:** Фотоніка, фотоелектроніка.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Заключний звіт спрямований на створення матеріалу для детекторів ультрафіолетового випромінювання із застосуванням у екології. Пристрій – портативний люмінесцентний мікроскоп. Спостереження люмінесценції на живій шкірі людини або тварини, листі рослин. Області можливого застосування – екологія, ветеринарія, сільське господарство. Дослідний зразок на основі полікристалічного  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl: Eu}^{2+}, \text{Ce}^{3+}$  – перспективний матеріал для знаків безпеки в нічний час.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2022

**Закінчення етапу:** 12.2022

**Споживачі продукції:** Органи охорони довкілля та безпеки руху

**Перспективні ринки:** Україна, Молдова

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:**

**Наявність бізнес-плану:**

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:**

**Очікуваний термін окупності (років):**

**Додаткова інформація:**

## **IX. Бібліографічний опис**

1. Зінченко В.Ф., Єрьомін О.Г., Стоянова І.В., Вольчак Г.В., Бабенко А.В. Спектри дифузного відбиття застиглих плавів системи  $\text{CeF}_3\text{--EuF}_3\text{--NaCl--KCl}$ . Вісник ОНУ. Хімія. – 2022. – Т. 27, Вип. 2 (82). – С. 20–34. DOI: [https://doi.org/10.18524/2304-0947.2022.2%20\(82\).264881](https://doi.org/10.18524/2304-0947.2022.2%20(82).264881)
2. Berezovskaya I.V., Zhou S., Lou B., Yin M., Ma Ch.-G., Voloshinovskii A.S., Dotsenko V.P. Experimental and first-principles studies on photoluminescence of  $\text{Ce}^{3+}$ -doped calcium chloroborate  $\text{Ca}_2\text{BO}_3\text{Cl}$ . J. Luminescence. 2022, V. 244, 118730. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2022.118730>
3. Zinchenko V.F., Ierimin O.G., Volchak G.V., Stoianova I.V., Doga P.G., Chivireva N.O. Spectroscopic study of the nanostructurization in frozen solutions-melts of  $\text{NaCl--KCl} + (\text{EuF}_3\text{--CeF}_3)$  system. Ukrainian conference with international participation «Chemistry, physics and technology of surface», October 19–20, 2022, Kyiv (Ukraine). – P. 193.

## **Х. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Кузьмін Віктор Євгенович

Д. Х. Н.

### **Перелік осіб-виконавців**

Єрьомін Олег Георгійович

(к. х. н.)

Єфрюшина Нінель Петрівна

(д. х. н., 02.00.02)

Березовська Ірина Всеволодівна

(к. х. н., 02.00.01)

Вольчак Ганна Василівна

(к. х. н.)

Дога Павло Геннадійович

Доценко Володимир Павлович

(д. х. н.)

Желтвай Іван Іванович

(к. х. н., 02.00.01)

Зінченко Віктор Федосійович

(д. х. н.)

Коровін Олександр Юрійович

Кучер Альберт Олександрович

Магунов Ігор Робертович

(к. х. н., 02.00.01)

Русакова Наталія Володимирівна

(д. х. н., 02.00.01)

Садковська Людмила Василівна

Семенішин Микола Миколайович

(к. х. н.)

Смола Сергій Сергійович

(к. х. н., 02.00.01)

Стамікосто Олена Володимирівна

Стоянова Ірина Вікторівна

(к. х. н., 02.00.02)

Теслюк Ольга Іванівна

(к. х. н., 02.00.02)

Хоменко Олена Володимирівна

(к. х. н.)

Чівірева Наталія Олексіївна

(к. х. н., 02.00.02)

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Іллюшко Н. О.

Телефон

+38 (067) 724-39-55

Реєстратор

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності

