

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002957

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 30-08-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Скрипник Тамара Володимирівна

2. Tamara Skrypnyk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0669-6638

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 16-10-2024

Спеціальність за освітою: прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23756522

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

### III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 6839

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

### V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 29.41.01

**Тема дисертації:**

1. Нанокристали неорганічних галогеновмісних перовськітів зі стабільними люмінесцентними та сцинтиляційними параметрами
2. Nanocrystals of inorganic halogen-containing perovskites with stable luminescence and scintillation parameters

**Реферат:**

1. Дисертацію присвячено визначенню, стабілізації та поліпшенню оптичних та сцинтиляційних властивостей нанокристалів галогенідних перовськітів  $\text{CsPbX}_3$  ( $X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) у складі полімерних композиційних матеріалів для подальшого практичного використання. Розроблено нові хімічні підходи для створення наноструктурованих композиційних матеріалів з люмінесценцією (370–510 нм) на основі  $\text{CsPbX}_3$  і різних полімерів та визначено оптимальні концентрації нанокристалів у композитах. У першому розділі показан аналіз літературних джерел, що вказує на необхідність детальніших досліджень щодо стабілізації нанокристалів  $\text{CsPbX}_3$  ( $X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) у полімерних матеріалах та визначення їх люмінесцентних і сцинтиляційних властивостей. Для цього були визначені такі основні завдання, як розробка методу отримання нанокристалів  $\text{CsPbX}_3$ , адаптація методик введення нанокристалів у полімери та визначення

оптимальних концентрацій, вивчення люмінесцентних властивостей матеріалів, оцінка впливу зовнішніх чинників на стабільність нанокристалів та визначення сцинтиляційних параметрів композиційних матеріалів. У другому розділі описано адаптовані та розроблені методики отримання нанокристалів і композиційних матеріалів, встановлено закономірності введення нанокристалів до полімерів. Виявлено, поведінку поведінку полімерних метеріалів у таких розчинниках, як вода, толуол та хлороформ. Проведений експеримент показав, що хлороформ пошкоджує полімерну структуру, тому не підходить для виготовлення композиційних матеріалів. В третьому розділі отримано колоїдні розчини нанокристалів CsPbCl<sub>3</sub>, CsPbBrCl<sub>2</sub>, CsPbClBr<sub>2</sub>, CsPbBr<sub>3</sub>, CsPbIBr<sub>2</sub>, CsPbBrI<sub>2</sub> з інтенсивною люмінесценцією, яка має максимуми 406 нм, 435 нм, 488 нм, 512 нм, 530 нм та 534 нм відповідно. Вимірювання оптичних властивостей показали, що стабільність люмінесценції змінюється через агломерацію, деградацію, осадження та вимивання нанокристалів. Агломерація спричиняє зсув максимуму люмінесценції в червоний діапазон, а осадження і деградація знижують інтенсивність через зменшення кількості кристалів у розчині. В четвертому розділі експериментально визначено оптимальні концентрації нанокристалів перовськіта в композиційних матеріалах. Було визначено вплив зовнішніх факторів, таких як світло та температура, на оптичні властивості нанокристалів у композиційних матеріалах. Виявлено, що використання поліакрилата як основи для композиційних матеріалів покращує стабільність нанокристалів, запобігаючи деградації та окисленню, що сприяє збереженню їх оптичних характеристик протягом тривалого часу. Результати експериментів підкреслюють важливість врахування складу композиційних матеріалів та умов навколишнього середовища для практичного застосування нанокристалів. В п'ятому розділі отримано прозорі плівки ПММА з нанокристалом CsPbBr<sub>3</sub>, досліджено їх фотолюмінесцентні та сцинтиляційні властивості. Вперше використано стандартизований метод ІЕС 62372:2021 та моделювання Монте-Карло для визначення абсолютної світловіддачі (ALY) композитів CsPbBr<sub>3</sub>-ПММА. Визначено, що плівки демонструють інтенсивну фотолюмінесценцію, наносекундний час загасання та чутливість до  $\beta$ -випромінювання. При товщині 200 мкм випромінюють близько 860 фотонів на 1 MeV поглиненої енергії. Попередня оцінка радіолюмінесценції показує, що такі матеріали можуть бути використані для високошвидкісних сцинтиляційних детекторів та спектрометричних досліджень. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в роботі вперше: Визначено основні параметри та послідовність введення нанокристалів перовськітів складу CsPbX<sub>3</sub> (де X = Cl, Br) у полімери поліметилметакрилат, поліакрилат, поліуретанова смола, полідиметилсилоксан, полістирол та показано, що оптимальна концентрація нанокристалів перовськітів незалежно від аніонного складу знаходиться на рівні 0,01 мас %; виключенням є композиційний матеріал на основі поліметилметакрилату, де оптимальна концентрація нанокристалів становить 1,5-2 мас%. Було встановлено, що толуол є більш прийнятним дисперсійним середовищем порівняно з хлороформом з точки зору кращої стабільності нанокристалів перовськітів, у якому нанокристалів стабільні понад 14 днів з максимумом люмінесценції на 510 нм, в той час як у хлороформних колоїдних розчинах нанокристалів люмінесценція зникає через 5 днів. Оцінено стабільність люмінесцентних композиційних матеріалів на основі поліакрилата через порівняння інтенсивності фотолюмінесценції щойно виготовлених зразків та після витримання за різних зовнішніх умов. Показано, що температура має значний вплив на інтенсивність люмінесценції композиційних матеріалів, яка значно знижується вже через 30-36 годин. В той час як витримка зразків на відкритому повітрі не має значного впливу на інтенсивність люмінесценції композиційних матеріалів та зберігається більше ніж 20 днів.

2. The dissertation is devoted to the determination, stabilization, and improvement of optical and scintillation properties of halide perovskite nanocrystals CsPbX<sub>3</sub> (X= Cl, Br, I) in polymer composite materials for further practical application. New chemical approaches have been developed to create nano-structured composite materials with luminescence (370-510 nm) based on CsPbX<sub>3</sub> and various polymers, the optimal concentrations of nanocrystals in composites have been determined. The first chapter shows the analysis of literary sources, which show the need for more detailed research on the stabilization of CsPbX<sub>3</sub> (X= Cl, Br, I) nanocrystals in polymer materials and the determination of their luminescent and scintillation properties. For this purpose, such basic tasks as the development of the method of obtaining CsPbX<sub>3</sub> nanocrystals, the adaptation of the methods of

embedding of nanocrystals into polymers, the determination of optimal concentrations, the study of the luminescent properties of materials, the estimation of the influence of external factors on the stability of nanocrystals, and the determination of the scintillation parameters of composite materials were defined. In the second chapter adapted and developed methods of obtaining nanocrystals and composite materials are described, and the regularities of embedding nanocrystals into polymers are determined. The behavior of polymeric materials in such solvents as water, toluene, and chloroform was revealed. The conducted experiment showed that chloroform damages the polymer structure, therefore it is not suitable for the production of composite materials. In the third section colloidal solutions of CsPbCl<sub>3</sub>, CsPbBrCl<sub>2</sub>, CsPbClBr<sub>2</sub>, CsPbBr<sub>3</sub>, CsPbIBr<sub>2</sub>, CsPbBrI<sub>2</sub> nanocrystals with intense luminescence, which has maxima at 406 nm, 435 nm, 488 nm, 512 nm, 530 nm, and 534 nm, were obtained. Measurements of optical properties showed that the stability of luminescence changes due to agglomeration, degradation, deposition, and leaching of nanocrystals. Agglomeration causes a shift of the luminescence maximum to the red range, and precipitation and degradation decrease the intensity due to a decrease in the number of crystals in the solution. In the fourth chapter optimal concentrations of perovskite nanocrystals in composite materials are determined experimentally. The influence of external factors, such as light and temperature, on the optical properties of nanocrystals in composite materials was determined. It was found that the use of polyacrylate as a basis for composite materials improves the stability of nanocrystals, preventing degradation and oxidation, which contributes to the preservation of their optical characteristics for a long time. The results of the experiments emphasize the importance of taking into account the composition of composite materials and environmental conditions for the practical application of nanocrystals.

### **Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

### **Публікації:**

- Skrypnyk, T.V., I.I. Bespalova, I.I. Grankina, O.G. Viagin, S.L. Yefimova and A.V. Sorokin, Comparison of luminescent properties of halide perovskite nanocrystals in solutions and polymer films. *Functional Materials* 29 (4) (2022): 481-487
- Skrypnyk T., Bespalova I., L. Boesel, O. Sorokin. Enhancing the stability of perovskite nanocrystals in polyacrylate composites. *Funct. Mater* 2 (2024) 252-259
- Vasylykovskiy, V., Skrypnyk T., Zholudov Y, Bespalova I., Sorokin O., Snizhko D., Slipchenko M. Cesium lead halide perovskite nanocrystals for the research of electrochemiluminescence. *Journal of Luminescence* 261 (2023) 119932
- Skrypnyk T., O. Viahin, I. Bespalova, O. Zelenskaya, V. Tarasov, V. Alekseev, S. Yefimova, O. Sorokin. Scintillation properties of composite films based on CsPbBr<sub>3</sub> nanocrystals embedded in PMMA. *Radiation Measurements* 169 (2023) 107028

**Наукова (науково-технічна) продукція:** матеріали; методи, теорії, гіпотези

**Соціально-економічна спрямованість:** створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; економія матеріалів

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впровадження не планується

**Зв'язок з науковими темами:** 0121U108473; 0122U002636

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Беспалова Ірина Ігорівна
2. Iryna Bespalova

**Кваліфікація:** д. т. н., с.д., 05.02.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-9923-7563

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Зоренко Юрій Володимирович
2. Yuriy Zorenko

**Кваліфікація:** д. ф.-м. н., професор, 01.04.10

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-6641-3172

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Університет Казимира Великого в Бидгощі

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:** ul. J.K. Chodkiewicza 30, Bydgoszcz, 85-064, Польща

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** 018zpxs61

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Тереміленко Катерина Володимирівна

2. Kateryna Terebilenko

**Кваліфікація:** д. х. н., доц., 02.00.01

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2403-4347

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**Код за ЄДРПОУ:** 02070944

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Самойлов Олександр Миколайович

2. Oleksandr M. Samoilov

**Кваліфікація:** к. ф.-м. н., 01.04.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-0511-2218

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чергинець Віктор Леонідович

2. Victor Cherginets

**Кваліфікація:** д.х.н., професор, 02.00.04

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2308-8979

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Інститут сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 23756522

**Місцезнаходження:** проспект Науки, буд. 60, Харків, Харківський р-н., 61072, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## **VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Семінько Владислав Вікторович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Семінько Владислав Вікторович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Сорокін Олександр Васильович

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна