

РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада **ДФ 35.051.081** Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» на підставі прилюдного захисту дисертації «Електронні та екситонні стани у первовськіті $CsPbBr_3$ » за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» 20 грудня 2022 року.

Дендебера Микола Петрович, 19.05.1992 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2016 році закінчив навчання на фізичному факультеті Львівського національного університету імені Івана Франка, здобув ступінь бакалавра за напрямом підготовки «Фізика» та отримав кваліфікацію «Бакалавр фізики. Вчитель фізики». У 2018 році закінчив навчання в магістратурі Львівського національного університету імені Івана Франка, здобув ступінь магістра за спеціальністю «Фізика та астрономія» та отримав кваліфікацію «Фізик. Викладач» (з відзнакою).

З вересня 2018 р. по вересень 2022 р. навчався в аспірантурі кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка (денна форма навчання).

Працює на посаді оператора лінії ТзОВ «Науково-Виробниче Підприємство «Гетьман» з жовтня 2022 р. по даний час.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

Науковий керівник: завідувач кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка, доктор фізико-математичних наук, професор Волошиновський Анатолій Степанович.

Здобувач має 10 наукових публікацій за темою дисертації, з них 1 стаття у періодичних наукових виданнях інших держав, 3 статті у наукових фахових виданнях України, 0 монографій:

1. М.П. Дендебера, Я.М. Чорнодольський, А.В. Жишкович, В.М. Салапак, Н.Є. Мітіна, Р.В. Гамерник, В.В. Вістовський, А.С. Волошиновський. Вплив умов синтезу на люмінесцентно-кінетичні властивості колоїдних наночастинок $CsPbBr_3$. Вісник Львівського університету. Серія фізична. (2019). Випуск 56 С. 122-132.

2. M. Dendebera, Ya. Chornodolskyy, R. Gamernyk, O. Antonyak, I. Pashuk, S. Myagkota, I. Gnilitskyi, V. Pankratov, V. Vistovskyy, V. Mykhaylyk, M. Grinberg, A. Voloshinovskii. Time resolved luminescence spectroscopy of $CsPbBr_3$ single crystal. Journal of Luminescence 225 (2020) 117346. (Scopus, квартиль Q2).

3. М.П. Дендебера, Я.М. Чорнодольський, О.Т. Антоняк, Т.С. Малий, В.Б. Михайлик, В.В. Вістовський, А.С. Волошиновський. Люмінесценція мікрокристалів $CsPbBr_3$, украплених у матрицю KBr. Журнал фізичних досліджень Т. 25, № 3 (2021) 3703.

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. **Павлик Богдан Васильович**, доктор фізики-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, професор, завідувач кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

2. **Бовгир Олег Вікторович**, кандидат фізики-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, доцент, доцент кафедри фізики твердого тіла Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. При отриманні об'ємного зразка полістирольного композиту з вкраєпленими наночастинками зразок піддавався нагріву. Чи були зафіковані зміни в спектрально-кінетичних властивостях наночастинок внаслідок тривалого нагріву?

2. В роботі не описано чим зумовлений вибір кристалу KBr в якості матриці для мікро- і нанокристалів $CsPbBr_3$.

3. Окремі формулювання та терміни, вжиті в дисертації, виглядають певним жаргоном (зокрема, це стосується таких виразів як «рашбівські екситони», «темний і яскравий екситонні стани», тощо). Текст дисертації і список літературних джерел містить деякі граматичні огріхи та технічні описки. У формулі (3.2) на стор. 89 пропущено знак мінус. На рисунках 3.12 та 3.13 наведено спектри люмінесценції монокристала $CsPbBr_3$ в інтегральному режимі та часовому вікні 10 нс в діапазоні температур 14-70 К, проте не вказано відповідних температур для зображеніх кривих.

3. **Лучечко Андрій Петрович**, доктор фізики-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, доцент, професор кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1. Основним мотивом дискусії про природу прикрайової люмінесценції в первовськітах $CsPbBr_3$ є існування прямих та непрямих екситонів. Проте не зроблена оцінка внеску прямих і непрямих екситонів для монокристалів, вкраєпленіх частинок та колоїдних наночастинок.

2. На рис. 4.1 стрілкою вказано положення максимуму смуги люмінесценції монокристала $CsPbBr_3$, хоча в тексті згадується, що для монокристала характерні

два максимуми випромінювання, що відповідають прямим переходам та переходам з рашбівських мінімумів.

4. Пелещак Роман Михайлович, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Широка смуга випромінювання при 560 нм (смуга С) при в монокристалах трактується як люмінесценція екситонів на дефектах, однак в колоїдних наночастинках, де, за теорією, мало б бути багато дефектів, ця смуга відсутня. Крім того є проміжний випадок, де в наночастинках вкраплених в кристалічній матриці ця смуга також присутня. Чи правомірно є інтерпретація цієї смуги як дефектної?

2. Для виникнення ефекту Рашиби повинно виникнути електричне поле, яке знімає центральну симетрію. Автор не обговорює механізм виникнення електричного поля.

5. Шпотюк Олег Йосипович, доктор фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла, професор, завідувач сектору оптичного скла і кераміки Інституту фізичної оптики імені О. Г. Влоха Міністерства освіти і науки України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Відносно люмінесценції в кристалах первовськітів $CsPbBr_3$.

В роботі систематично досліджено люмінесцентні властивості зразків первовськіту $CsPbBr_3$, підготовлених у формі кристалів, наночастинок в кристалічній матриці, колоїдних розчинів наночастинок та полімерних нанокомпозитів. Хотілося б, щоб автор підсумував, в чому полягають особливості прояву цих властивостей на структурному рівні в кожній групі зразків.

2. Відносно стабілізації наночастинок первовськітів $CsPbBr_3$.

Сьогодні, розвиток надійних технологічних методів стабілізації наночастинок є, безсумнівно, більшою проблемою, ніж навіть їх отримання. Причина цього – висока хімічна реакційність наносистем (нанокомпозитів) в порівнянні з макроскопічними матеріальними об'єктами. В дисертаційній роботі автор отримав одну із таких стабільних наносистем шляхом введення наночастинок первовськіту $CsPbBr_3$ в полімерну матрицю. Чисто з практичної сторони, хотілося б знати, які ж процеси відповідають за стабілізацію люмінесцентних параметрів в такому нанокомпозиті, та в чому причина низької стабільності колоїдних розчинів цих наночастинок.

3. Відносно мікроструктурної характеризації первовськітів $CsPbBr_3$.

Хотілося б звернути увагу автора на необхідність залучення альтернативних методів вивчення мікроструктури досліджуваних зразків перовськіту. Такі дослідження (зокрема, із залученням методів Х-променевої дифрактометрії та електронної мікроскопії) дозволили б пересвідчитися в правильності оцінок розмірних ефектів зроблених із спектрів люмінесценції. Це зауваження адресоване дисертанту також як побажання на продовження цього напрямку досліджень.

4. Дисертаційна робота написана добре, в зрозумілому та доступному стилі, головним чином, без зловживання вузькоспеціалізованими термінами. Як недолік звертаю увагу на дрібні огрихи у складнопідрядних реченнях та не зовсім коректне подання деяких тверджень і положень дисертантом (так, зокрема, на стор. 114 щодо «Трактування такої поведінки ... трактують як ...»; незрозумілий зміст положення наукової новизни в п. 4; тавтологія у формулюванні п. 6 наукової новизни щодо «... температурної поведінки ... від температури», тощо). Звертаю також увагу, що припущення автора про дисперсію наночастинок за розмірами, висловлене на стор. 129, є лише його здогадкою (гіпотезою), але далеко не «теорією».

6. Гамерник Роман Васильович, кандидат фізиго-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла, доцент, доцент кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

7. Малий Тарас Сергійович, кандидат фізиго-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, доцент, доцент кафедри експериментальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

8. Демків Тарас Михайлович, доктор фізиго-математичних наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків, професор, професор кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, без зауважень.

Загальна оцінка роботи і висновок. Дисертаційна робота Дендереби Миколи Петровича на тему «Електронні та екситонні стани у перовськіті $CsPbBr_3$ », є науковим дослідженням, що присвячене з'ясуванню енергетичної структури перовськіту $CsPbBr_3$. Комплексний підхід було забезпечено за рахунок використання сучасних експериментальних методик та дослідження зразків різної розмірності. Здобувач безпосередньо брав участь в проведенні експериментів, здійснював обробку та узагальнення отриманих результатів. Автором запропоновано інтерпретацію смуг випромінювання монокристалічних зразків, частинок в кристалічній та полімерній матриці, що розглядаються як прямі екситонні переходи та переходи з мінімумів, що зумовлені впливом ефекту Рашибі.

Результати досліджень, які наведені у дисертаційній роботі та опубліковані у наукових статтях, належать автору та є його науковим доробком. Використання галоїдних перовськітів в сонячних перетворювачах та швидкісних сцинтиляторах робить дослідження цих матеріалів особливо актуальним. Встановлені автором особливості їх енергетичної структури дають змогу підвищувати коефіцієнт ефективності фотоперетворювачів.

За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на наукових конференціях дисертація **«Електронні та екситонні стани у перовськіті CsPbBr₃»** відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» і «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44), а її автор, **Дендебера Микола Петрович**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

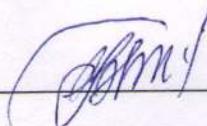
Результати відкритого голосування:

«За» – 5 членів ради,

«Проти» – 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.081 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Дендебері Миколі Петровичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія».

Голова спеціалізованої
вченої ради
ДФ 35.051.081



проф. Богдан ПАВЛИК

