

## РІШЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ ПРО ПРИСУДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ДОКТОРА ФІЛОСОФІЇ

Спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.107 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 «Енергетичні положення 4f та 5d рівнів іонів лантанідів у фторидних сполуках» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» 23 червня 2023 року.

**Карнаушенко Владислав Олександрович**, 08.11.1993 року народження, громадянин України, освіта повна вища. У 2018 році закінчив Львівський національний університет імені Івана Франка, здобув ступінь магістра за спеціальністю «Фізика та астрономія» (освітня програма «Фізика конденсованого стану») та отримав кваліфікацію «Фізик. Викладач».

З 12.09.2018 по 11.09.2022 року навчався в аспірантурі кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів (денна форма навчання).

Працює фізичною особою підприємцем (ФОП Карнаушенко, м. Южноукраїнськ Миколаївської обл.) з 09.2017 року до цього часу.

Дисертацію виконано на кафедрі загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

*Науковий керівник:* **Чорнодольський Ярослав Миколайович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, в. о. декана фізичного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, м. Львів.

Здобувач має 15 наукових публікацій за темою дисертації, з них 3 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 3 статті у наукових фахових виданнях України, 0 монографій:

1. Ya. Chornodolskyu, **V. Karnaushenko**, V. Vistovskyu, S. Syrotyuk, A. Gektin, A. Voloshinovskii. Energy band structure peculiarities and luminescent parameters of  $CeX_3$  ( $X=Cl, Br, I$ ) crystals. Journal of Luminescence 237 (2021) 118147. (Scopus, Q2).

2. Ya. Chornodolskyu, **V. Karnaushenko**, J. Selech, V. Vistovskyu, T. Demkiv, K. Przystupa, S. Syrotyuk, A. Voloshinovskii. Computer modelling of energy structure of  $Yb^{3+}$  and  $Lu^{3+}$  doped  $LaF_3$  crystals. Materials 15, no. 22 (2022) 7937. (Scopus, Q2).

3. **V. Karnaushenko**, Ya. Chornodolskyu, V Vistovskyu, S Syrotyuk, A Voloshinovskii. Energy band structure of  $LaF_3:Sm$  and  $LaF_3:Pm$  crystals. Journal of Physical Studies 24.4 (2020) 4703. (Scopus, Q4).

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

**1. Стадник Василь Йосифович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України, без зауважень.

**2. Столярчук Ігор Дмитрович**, доктор фізико-математичних наук, професор, декан факультету фізики, математики, економіки та інноваційних технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка МОН України, надав позитивну рецензію із зауваженнями:

1) Для представлення результатів дослідження позицій іонів Ce, Pr, Yb, Sm, Pm, Lu в матриці LaF<sub>3</sub> у розділі 4 сформовані окремі параграфи. Результати досліджень для інших іонів серії лантанідів згадуються лише при демонстрації кінцевої діаграми. Із роботи не зрозуміло, чим саме зумовлена така вибірковість.

2) У пункті "Наукова новизна отриманих результатів", в положенні 2, вказано кристал CeV<sub>3</sub>, що, скоріш за все, є опискою, оскільки в роботі розглядається кристал CeV<sub>3</sub>.

3) У дисертації присутня також незначна кількість граматичних та стилістичних недоліків, наприклад: на сторінці 20 вказано «...вирощені методом Бріджмена-Стокбагера в інертній атмосфері...» хоча правильно повинно бути «...методом Бріджмена-Стокбаргера...»; на ст. 106 вказано: «Наведено детальним математичний...» хоча правильно було б «Наведено детальний математичний...»; на ст. 121 вказано: «...ефективної, подібну до екситонної...» хоча правильно було б «ефективної, подібної до екситонної..»; на рисунку 1.10 відсутній підпис до осі ординат, а на рис. 1.11 відсутні підписи до осей; у списку використаної літератури в деяких публікаціях не вказано кількість сторінок (наприклад у літературних джерелах 78, 98-100, 116) та не дотримано стилю написання назв журналів (наприклад, порівнюючи літературні джерела 20, 26,67,73 та 86).

**3. Шпотюк Олег Йосипович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач сектору оптичного скла і кераміки Інституту фізичної оптики імені О.Г. Влоха МОН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Відносно теоретико-експериментальної цілісності дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Карнаушенка В.О. "Енергетичні положення 4f та 5d рівнів іонів лантанідів у фторидних сполуках", є по суті (I) *теоретичним* дослідженням особливостей електронної будови фторидних кристалів лантанідів CeX<sub>3</sub> (X = F, Cl, Br, I) та LaF<sub>3</sub>:Ln (Ln=Ce-Lu), підкріпленим (II) *експериментальним* дослідженням цих фторидних кристалів методом X-променевої фотоелектронної спектроскопії (XPS) на спектрометрі Scienta ESCA300 та вивченням їх оптико-люмінесцентних параметрів на синхротронному випромінюванні на станції SUPERLUMI (DESY, HASYLAB). В частині (I) не виникає жодних сумнівів до повноти та методологічної доцільності проведених досліджень, тоді як виклад матеріалу в частині (II) вартувало б суттєво деталізувати та доповнити. Робота виграла б, якби дисертант привів більш детальний

опис об'єктів експериментальних досліджень (вище вказаних категорій кристалів), а не обмежився лише стислим констатуванням факту про їх отримання «... методом Стокбаргера в інертній атмосфері...» (на стор. 103). А як же з технологічними особливостями отримання цих кристалів, наскільки вони є важливими з точки зору чистоти експерименту (наприклад, ідентичності спектрів люмінесценції)? В якій мірі впливає дефектність кристалічної будови фторидних кристалів лантанідів на їх люмінесцентні характеристики, адже частина про методологічну особливість роботи, зокрема вхідну характеристику досліджуваних об'єктів відсутня взагалі (а вартувало б її подати, хоча б тезисному формулюванні)?

2) Відносно використання X-променевої фотоелектронної спектроскопії для ідентифікації електронної будови фторидних кристалів лантанідів. В роботі цей метод використано для узагальненої ідентифікації електронної структури  $\text{LaF}_3$  і  $\text{CeF}_3$  (вимірювання в низькороздільній survey spectrum моді), що можна віднести, в кращому випадку, до часткових досліджень 8 деяких з фторидів, але не систематичних досліджень для всього сімейства кристалів фторидів лантанідів типу  $\text{CeX}_3$  ( $X=\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) та  $\text{LaF}_3:\text{Ln}$  ( $\text{Ln}=\text{Ce}-\text{Lu}$ ). Реалізація цього методу на такому високороздільному вимірювальному засобі, яким є спектрометр Scienta ESCA-300, дозволяє отримати більш інформативні дані про електронну будову цих матеріалів, наприклад, повністю ідентифікувати їх валентну зону, включаючи ефекти розщеплення електронних рівнів, при вимірюваннях і відповідному аналізі фотоелектронних спектрів (вимірювання в так званій core level моді). Дане зауваження висловлюю автору дисертаційної роботи не лише в критичному плані, а також як побажання на продовження розпочатих досліджень в майбутньому.

3) Відносно стилістики дисертації та представлення результатів роботи. Дисертаційна робота написана добре, в зрозумілому та доступному стилі, без зловживання вузькоспеціалізованими термінами. Як недолік, звертаю увагу на дрібні огріхи у складнопідрядних реченнях та не зовсім коректне подання деяких тверджень і положень дисертантом. Так, зокрема, відзначаю деяку неоднозначність в представленні порівняння з відомими експериментальними даними інших авторів (наприклад, не зрозуміло з опису на стор. 134, що означає «... відсутність в певній мірі відомостей про синтез та дослідження кристалів  $\text{LaF}_3:\text{Lu}$ , а найбільш відомими та подібними за енергетичною структурою кристалами є  $\text{LuF}_3:\text{Ce}$  та  $\text{LiLuF}_3:\text{Ce}$ ...»). Чи такий феномен (як відсутність даних) спостерігався взагалі? ... чи то такий вплив не брався до уваги зовсім? ... і чи взагалі він був? Складається враження, що технологічні ефекти отримання можуть все таки мати певний вплив на люмінесцентні характеристики цих кристалів, але цей ефект залишився чомусь нез'ясованим.

**4. Лучечко Андрій Петрович**, доктор фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри сенсорної та напівпровідникової електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Обрані параметри теоретичних розрахунків у програмному забезпеченні Abinit, а саме енергія обрізання плоских хвиль  $\sim 2500$  eV, а також сітка Монхроста-Пака розмірністю  $10 \times 10 \times 10$ , здатні забезпечити вищий рівень точності отриманих результатів.

2) У висновку 5 не вказано, які саме іони лантанідів використовуються у скороченні "LaF<sub>3</sub>:Ln". Що означає "інтенсивність густини станів"?

3) Абревіатура BFGS (процедура оптимізації Бройдена-Флетчера-Гольдфарба-Шанно) відсутня у переліку умовних скорочень, попри використання в основному тексті дисертації. У різних розділах, по різному пишеться слово під-зона (місцями з дефісом, місцями без).

**5. Бордун Олег Михайлович**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізичної та біомедичної електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України, надав позитивний відгук із зауваженнями:

1) Представлення електронної зонної структури досліджуваних кристалів у різних розділах подається графічним матеріалом різних видів, що ускладнює аналіз і розуміння матеріалу роботи.

2) В роботі відсутній єдиний підхід для написання назви іону: у випадку Yb та Lu вказується їх заряд +3 (Yb<sup>3+</sup> та Lu<sup>3+</sup>), тоді як для Pr, Sm, Pm заряд іону не зазначається.

3) Для Таблиці 1 "Стоксів зсув у різноманітних сцинтиляційних матеріалах" не вказано джерело інформації. Зустрічаються і деякі неузгодження у тексті, як, наприклад, на стор. 20 у 2-му реченні передостаннього абзацу, тощо.

4) Літературний огляд в розділі 1 видається трохи завеликим, зокрема пункти 1.1 та 1.2, які містять загальновідомий матеріал

**Загальна оцінка роботи і висновок.** Дисертаційне дослідження **Карнаушенка Владислава Олександровича** на тему «Енергетичні положення 4f та 5d рівнів іонів лантанідів у фторидних сполуках» є самостійною та ґрунтовною науковою працею, що виконана з дотриманням вимог академічної доброчесності. У ній досліджено теоретичні підходи до вивчення енергетичних структур кристалів серій CeX<sub>3</sub> (X = F, Cl, Br, I) та LaF<sub>3</sub>:Ln (Ln = Ce-Lu). Отримано інформацію про парціальні та загальні густини станів зазначених серій кристалів, а також розраховано і проаналізовано їхні електронні зонні структури. Встановлено рівні, що формують валентну зону та зону провідності у досліджуваних кристалах. Отримано позиції 4f рівнів іонів лантанідів в матриці LaF<sub>3</sub>. Отримано відомості про положення, а також величину розщеплення 5d рівнів іонів лантанідів в матриці LaF<sub>3</sub>. Досліджено особливості формування нижньої частини зони провідності у кристалах CeF<sub>3</sub>, CeCl<sub>3</sub>,

CeBr<sub>3</sub> та CeI<sub>3</sub>. Наведено порівняння отриманих теоретичними методами даних з експериментальними результатами.

За кількістю і рівнем публікацій, апробацією на наукових конференціях дисертація «**Енергетичні положення 4f та 5d рівнів іонів лантанідів у фторидних сполуках**» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» та «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, **Карнаушенко Владислав Олександрович**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

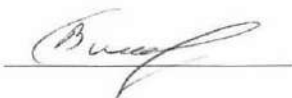
«За» – 5 членів ради,

Результати відкритого голосування:

«Проти» – кандидат членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування спеціалізована вчена рада ДФ 35.051.107 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України, м. Львів, присуджує **Карнаушенку Владиславу Олександровичу** ступінь доктора філософії з галузі знань 10 «Природничі науки» за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали».

Голова спеціалізованої  
вченої ради ДФ 35.051.107,  
д-р фіз.-мат. наук,  
професор



Василь СТАДНИК

