

РІШЕННЯ ЩОДО ПРИСУДЖЕННЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ КАНДИДАТА НАУК

Спеціалізована вчена рада Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України (м. Львів) прийняла рішення щодо присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук Кордану Василю Михайловичу на підставі прилюдного захисту дисертації “Синтез, структурні та електрохімічні характеристики інтерметалідів систем $\{La, Tb, Ti, Zr\}-Mg-\{Sn, Sb\}$ та твердих розчинів на основі Tb_2Ni_{17} ” у вигляді рукопису за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія 14 березня 2018 року, протокол № 10/3.

Кордан Василь Михайлович, 1993 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив магістратуру Львівського національного університету імені Івана Франка у 2014 році за спеціальністю «Хімія».

У 2017 році закінчив аспірантуру Львівського національного університету імені Івана Франка.

Працює на посаді молодшого наукового співробітника кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка з листопада 2017 року до теперішнього часу.

Дисертація виконана у Львівському національному університеті імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: Павлюк Володимир Васильович, доктор хімічних наук, професор кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України.

Здобувач має 24 опубліковані праці за темою дисертації, з них 0 праць написаних без співавторів, 0 монографій, 6 статей в наукових фахових виданнях України, 2 статті у закордонних виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз, 0 авторських свідоцтв на винаходи, 0 патентів України, в тому числі:

1. Balińska A. Electrochemical and thermal insertion of lithium and magnesium into Zr_5Sn_3 / A. Balińska, V. Kordan, R. Misztal, V. Pavlyuk // J. Solid State Electrochem. – 2015. – Vol. 19, No. 8. – P. 2481-2490.
2. Kowalczyk G. Lithiation and magnesiation of R_5Sn_3 ($R = Y$ and Gd) alloys / G. Kowalczyk, V. Kordan, A. Stetskiy, V. Pavlyuk // Intermetallics. – 2016. – Vol. 70. – P. 53-60.

3. **Kordan V.** Electrochemical lithiation of the Ti_5M_3 , Ti_3M and Zr_3M ($M = Sn, Sb$) binary intermetallics / **V. Kordan**, O. Zelinska, V. Pavlyuk, I. Oshchapovsky, R. Serkiz // Chem. Met. Alloys. – 2016. – Vol. 9, No. 1/2. – P. 84-91.

Офіційні опоненти:

– доктор хімічних наук, професор за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство, завідувач відділу водневих технологій та гідридного матеріалознавства Фізико-механічного інституту імені Г.В. Карпенка Національної академії наук України, **Завалій Ігор Юліянович** дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. За даними зміни параметрів елементарної комірки (рис. 3.5 на стор. 58) проведено визначення області твердого розчину заміщення $LaSn_{3-x}Mg_x$. Проте незрозуміло яким методом автор проводив екстраполяцію зміни приведених параметрів. Візуально виглядає, що границя твердого розчину може сягати значно більших значень.
2. Результати дослідження системи La–Mg–Sn при 500 °C з'явилися в друці незадовго до захисту дисертаційної роботи. Це свідчить про актуальність досліджень та щільність пошуку в цьому науковому напрямі. Вважаю, що авторів варто було проаналізувати особливості взаємодії компонентів при різних температурах відпалу для цієї системи на основі власних та літературних даних.
3. Ефективність кулонівської взаємодії є параметром, який автор часто використовує для характеристики матеріалів. Вважаю, що використання такого параметру можливе тільки з певними застереженнями, оскільки пряме визначення кількості втілених атомів не проводиться і в багатьох випадках є неможливим. Співвідношення $C_{розр.}/C_{заряду}$ не враховує всіх особливостей процесу втілення атомів в структуру матеріалу (особливо в процесах гідрування-дегідрування). Зокрема, частина водню може виділятися в газоподібній формі, а це не є можливим фіксувати при дослідженнях на прототипах ХДЕЕ.

4. Не є зрозумілою причина використання великої кількості порівняльних електродів (Li при літуванні, вихідний сплав або Pt при гідруванні, Mg при магніюванні) - стор. 53 або LiCoO₂ при літуванні – стор. 105. Чому не використовувалися загальноприйняті порівняльні електроди для процесів електрохімічного гідрування в лужних розчинах – каломельний Hg/Hg₂Cl₂ або хлорсрібний Ag/AgCl?
5. Використання часу розряду для характеристики електроду не дає можливості проводити порівняння вказаних матеріалів з іншими, які приведені в цій дисертаційній роботі, та з літературними даними. Очевидно, варто було би перераховувати значення часу на розрядну ємність (враховуючи струм розряду та масу активної складової електроду). Такі значення приведені тільки для вибраних сплавів в таблицях та на рис. 4.16.

– кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії, декан хімічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки Міністерства освіти і науки України, **Парасюк Олег Васильович** дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. При дослідженні ізотермічного перерізу системи Ti–Mg–Sn, у двокомпонентних та деяких трикомпонентних сплавах системи виявлено фазу, яка кристалізується у структурі модифікації Mg₂Sn, що існує при високому тиску. Як припускає здобувач, її стабілізація може бути викликана невеликою кількістю домішки або невеликою кількістю Ti, що включається в порожнечі. Проте, ізотермічний переріз, приведений на рис. 3.18, не містить цієї фази. Чи може її поява бути викликаною нерівноважністю окремих сплавів системи? Чи проводився повторний синтез цих сплавів при інших умовах?
2. Бінарна сполука LaMg₂ існує у відповідній бінарній системі у вузькому температурному інтервалі та розкладається евтектоїдно при 725 °С, тобто при температурі, вищій ніж та, при якій побудований ізотермічний переріз. Якщо ж вона присутня при 400 °С, внаслідок стабілізації

атомами Sn, як вказує дисертант, то на ізотермічному перерізі вона повинна зображатися дещо інакше, ніж показано, зокрема, її область гомогенності повинна лежати тільки в концентраційному трикутнику. Якщо вона присутня на бічній стороні, то окрім вказаної автором причини – стабілізації внаслідок незначної кількості домішок (а це питання чистоти використаних матеріалів) – може бути причина у нерівноважності сплавів цієї області, або ж правильності побудови бінарної системи, що, на мою думку, вимагає додаткового уточнення.

3. На рис. 3.5 приведена зміна параметрів елементарної комірки у твердому розчині $\text{LaSn}_{3-x}\text{Mg}_x$. Усі одержані значення параметрів добре вкладаються в прямолінійну залежність, тому не зрозуміло, чому дисертантом вона проведена дещо інакше. В цьому ж аспекті – чи розглядалася можливість направленості цього твердого розчину не в сторону LaMg_3 , а до сполуки Mg_2Sn ?
4. Важко погодитися із інтерпретацією даних високотемпературного рентгену зразка $\text{Ti}_{50}\text{Sn}_{50}$, згідно якого при $900\text{ }^\circ\text{C}$ на дифрактограмі фіксується розплав, та суміш $\beta\text{-Ti}_6\text{Sn}_5$ та олова.
5. Опис структури трьох сполук системи La-Mg-Sn , які були відомі раніше, слід було б дещо зменшити, оскільки це фактично ідентифікація відомих сполук, а дисертація і так є досить об'ємною.
6. На ст. 63 приведені результати розшифровки кристалічної структури $\text{La}_2\text{Mg}_{16.74}\text{Sn}_{0.14}$, яка є складовою твердого розчину на основі $\text{La}_2\text{Mg}_{17}$. Як на метод монокристалу, який використовувався при дослідженні структури, дещо завеликими виглядають значення факторів достовірності (9.18 % і 23.03%). Чим це викликано?
7. В роботі зустрічаються окремі неточності. Наприклад, замість терміну «високотискава модифікація» (ст. 75) краще вживати термін «модифікація що існує при високому тиску»; вираз «ВТМ-модифікація» – тут модифікація уже закладена в аббревіатурі (ст. 82). Не зовсім вдалим, на мою думку, є вираз «при $200\text{ }^\circ\text{C}$ кристалізація бінарної сполуки Ti_2Sn_3 за твердофазними перетвореннями...» (ст. 82) – можливо тут краще було б

вжити термін «перекристалізація». Також, підписи до рисунків на ст. 93, 111, 119, 127 та деяких інших містять «SEM-зображення та результати ЕДРС», хоча, по факту, на рисунках є тільки SEM-зображення.

На автореферат та дисертацію надійшло 10 відгуків

1. Відгук за підписом доктора хімічних наук, професора, завідувача кафедри неорганічної хімії ДВНЗ «Ужгородський національний університет» **Барчія І.Є.**

Відгук позитивний із таким зауваженням:

Бажано було провести термографічне дослідження (аналогічні до Ti_6Sn_5 , Ti_2Sn_3 , La_5Sn_3) для тернарних сполук $LaMgSn$, $LaMgSn_2$, $TiMgSb$, бінарних фаз La_3Sn , La_3Sn_5 , $LaSn_3$, Ti_3Sn , Ti_2Sb , Ti_3Sb , $TiSb_2$, на основі яких утворюються протяжні тверді розчини, що дає можливість розробити оптимальні технологічні режими їх одержання.

2. Відгук за підписом доктора хімічних наук, професора, завідувача кафедри неорганічної та фізичної хімії Донецького національного університету імені Василя Стуса **Розанцева Г.М.**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Мету і завдання потрібно було б розділити і написати окремо, в наведеному переліку завдань мета роботи відсутня.
2. Втрати маси шихти до 2 ат. % не можна ігнорувати, якщо мова йде про легкі метали – магній та, особливо, літій, адже саме вони при синтезі разом із стибієм входили до групи ризику.
3. При використанні методу ЕДРС (не ясно, EDX чи WDX) точність, з якою наведено вміст літію в результаті електрохімічного літування, явно завищена. Метод EDX дає надійні результати, якщо $Z \geq 11$ (Na), а WDX – $Z \geq 4$ (Be).

3. Відгук за підписом доктора хімічних наук професора, завідувача кафедри напівпровідникової електроніки НУ «Львівська Політехніка» **Василечка Л.О.** та кандидата хімічних наук, наукового співробітника **Михалічко В.М.**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. З тексту автореферату не зрозуміло мотивацію вибору сполук для дослідження методом диференціально-термічного аналізу, а саме: встановлення температури утворення бінарної фази Ti_2Sn_3 та температури поліморфного перетворення $\beta-Ti_6Sn_5 \leftrightarrow \alpha-Ti_6Sn_5$.
2. На стор. 11 автореферату пропущено формулу сполуки, що належить до СТ $Cr_{11}Ge_8$, а також потребує пояснення приналежність сполуки Mg_2Sn до СТ BiF_3 .

4. Відгук за підписом доктора хімічних наук, професора, завідувача відділу фізичної хімії неорганічних матеріалів та Інституту проблем матеріалознавства імені І.М. Францевича НАН України **Великанової Т.Я.** та кандидата хімічних наук, провідного наукового співробітника **Корнієнко К.Є.**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Вражаюче великою є знайдена відмінність у здатності утворювати потрійні сполуки, яку демонструють потрійні системи на основі Магнію, що містять $3d-M$ (Ti), з одного боку, і рідкісноземельний метал (La), з другого (рис. 1). Чим це можна пояснити? Чи можна очікувати на подібність відносної поведінки рядів $Mg-P_{el}-Ln$ і $Mg-P_{el}-dM$? Як тут бути з прогнозуванням?
2. У зв'язку з цим же результатом – очевидно, що відносна термодинамічна стабільність подвійних і можливих потрійних структур, тобто можливість реалізації останніх у сплавах може залежати від температури. Яким чином вибрано температуру ізотермічних перерізів (рис. 1)? Що відомо про температури початку плавлення сплавів?
3. Згідно з будовою діаграми стану обмежуючої подвійної системи $La-Mg$ (дані довідника “Binary Alloy Phase Diagrams” (Ed. T. B. Massalski, American Society for Metals. Metals Park. Ohio. – 1990. – 1-3 – 3589 pp.), фаза $LaMg_2$ існує у температурному інтервалі від 775 до 725 °C, проте на ізотермічному перерізі системи $La-Mg-Sn$ при температурі 400 °C вона присутня. Чому? Відповідно до даних згаданого довідника, в

обмежуючій подвійній системі Mg–Sn рідкофазна область з боку Стануму при 400 °С простягається приблизно до 25% (ат.) Mg, проте на наведених перерізах систем La–Mg–Sn і Ti–Mg–Sn вона помітно вузьча.

4. Не можна не звернути увагу на прикру технічну помилку, допущену у заголовку до табл. 6 (стор. 16 Автореферату) — наведені d-перехідні метали належать до IV періоду (3d), V (4d) і VI (5d), а не до III періоду, як зазначено у заголовку.

5. Відгук за підписом доктора хімічних наук, провідного наукового співробітника, старшого наукового співробітника **Бондаря А.А.** Інституту проблем матеріалознавства імені І.М. Францевича НАН України.

Відгук позитивний із таким зауваженням:

Підрозділ Наукова новизна містить пункт “встановлено температуру утворення бінарної фази Ti_2Sn_3 та температуру поліморфного перетворення $\beta-Ti_6Sn_5 \leftrightarrow \alpha-Ti_6Sn_5$ ”. На стор. 9 автореферату дисертант стверджує, що встановив ці температури методом ДТА як 769 і 380 °С відповідно. Однак в літературі такі дані появилися порівняно давно: Kuper et al., 1998; Vucht et al., 1964. Прийнято вважати, що плавлення Ti_2Sn_3 відбувається при 750/751 °С і поліморфний перехід Ti_6Sn_5 при ~670 °С (Yin et al., 2007; Berche et al., 2016). Дисертант нічим не аргументує перевагу своїх даних над іншими: не вказує тип приладу ДТА, не наводить вміст технологічних домішок (Оксигену і Карбону) у своїх сплавах, тощо. Тому не коректно цей здобуток класифікувати як новий для науки у відповідному підрозділі або як “уточнено” у Висновках.

6. Відгук за підписом доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри фізичної хімії НУ «Харківський політехнічний інститут» **Сахненка М.Д.**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Навіть, з огляду на бажання здобувача системно дослідити наявні в його розпорядженні рідкісноземельні елементи, доцільно було би більш ретельно обґрунтувати фізичні об’єкти дослідження, оскільки саме розділ «Актуальність теми» виглядає найменш опрацьованим та децю еkleктичним.

2. Питання щодо методичної частини роботи – як вдалося здобувачеві вкластися в часові межі дослідження, якщо наприклад спікання порошків для сплавоутворення відбувалося впродовж 800 год (с. 4 автореферату)?
3. Не знайшли висвітлення у висновках дисертації магнітні властивості синтезованих матеріалів, навіть з огляду на той факт, що магнітометричні характеристики є доволі чутливими до будь-яких змін у їх складі і структуру.
4. У Висновках роботи завантажено опис фактичного матеріалу, тоді як формулювання саме наукової складової, яка би пояснювала ці результати, приділено менше уваги.
5. Судячи з автореферату в роботі відсутні посилання на будь-які документи, що свідчать про затребуваність результатів дослідження або перспективи їх застосування.

7. Відгук за підписом доктора фізико-математичних наук, професора, завідувача кафедри фізики металів Запорізького національного університету **Гіржона В.В.**

Відгук позитивний із таким побажанням:

Окрім електрохімічних властивостей, корисним було б поміряти електроопір деяких синтезованих фаз.

8. Відгук за підписом кандидата хімічних наук, доцента, завідувача кафедри хімії Національного лісотехнічного університету **Федини М.Ф.**

Відгук позитивний із наступними побажаннями та зауваженнями:

1. В авторефераті слід було більше конкретизувати результати досліджень: для скількох сполук вперше вивчено кристалічну структуру (стор. 2), яка ще домішка, крім Sn, стабілізувала утворення бінарної сполуки LaMg_2 (стор. 7) тощо.
2. З автореферату незрозуміло чи тільки граничні склади твердих розчинів належать до надструктури типу Hf_5CuSn_3 , чи морфотропний перехід відбувається і при меншому вмісті Mg.

9. Відгук за підписом доктора хімічних наук, професора, завідувача кафедри неорганічної та фізичної хімії Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки **Олексеюка І.Д.** та кандидата хімічних наук, доцента **Піскач Л.В.**

Відгук позитивний із таким зауваженням:

Виявлено дві морфологічні описки на стор. 9 (20 строка зверху) і на стор. 19 (8 строка зверху).

10. Відгук за підписом доктора хімічних наук, професора, проректора з наукової роботи та міжнародних зв'язків Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича **Фочука П.М.**

Відгук позитивний із таким зауваженням:

Однак, з автореферату незрозуміло, чому магнітні властивості вивчені лише для однієї бінарної фази $\alpha\text{-Tb}_3\text{Sn}_7$, і не вивчалися для тернарних фаз. Із якою метою проведено таке дослідження? Також було б добре порівняти наведені в авторефераті параметри електродних матеріалів (ємність, кулонівська ефективність) з кращими світовими аналогами.

У дискусії взяли участь члени спеціалізованої вченої ради

1. **Гладишевський Р.Є.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

2. **Гулай Л.Д.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

Я лише хочу додати одне зауваження, у представлені характеристики сполук потрібно дотримуватися однакового формату, наприклад, для деяких є представлені параметри анізотропного коливання, для інших сполук ці дані відсутні та ще коефіцієнт заповнення положення не вказаний. Воно так не дуже виглядає, хотілося б стандартно, але в загальному робота є дуже цікавою, є досліджені нові матеріали для акумулювання електричної енергії.

3. **Котур Б.Я.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

4. **Миськів М.Г.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

5. **Лакиза С.М.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія; зауваження:

Робота різноманітна, я би сказав, що робота трохи розхристана. Добре це чи погано? Мені спочатку було незрозуміло, навіщо сюди причепили цю сполуку Tb_2Ni_{17} . Є пояснення. Я зустрічав таких науковців, які дуже продуктивно працюють в різних галузях, а потім, коли керівництво спонукає до захисту, все починають зчіпляти докупи і тоді виходить розхристана робота. Тут потрібне почуття міри. Я вважаю, що якщо відділити від роботи електрохімічну частину, вона би цілком була самостійна та досконала. Вимірювати властивості усіх названих сполук можна тоді, коли ми маємо досконалий монокристал. Автор не раз повторював, що однофазного сплаву отримати не вдалося. Мені здається, що причина в тому, що ми не знаємо за яким механізмом утворюються ці сполуки. Це можна було б встановити, коли б будувалися діаграми плавлення, коли б Ви виходили на ліквідус. Ось склад сполуки, а область первинної кристалізації знаходиться зовсім в іншій області. Ось там можна витягнути монокристал із розплаву, і тоді міряти його властивості. Тоді можна говорити, що це певні властивості сполуки певного складу.

6. **Каличак Я.М.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

та присутні на захисті фахівці:

1. **Сенчук О.Ю.**, молодший науковий співробітник кафедри неорганічної хімії; без зауважень.

При проведенні таємного голосування виявилось, що із 15 членів спеціалізованої вченої ради, які взяли участь у голосуванні (з них 7 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

«За» – 15 членів ради.

«Проти» – немає.

Недійсних бюлетенів – немає.

ВИСНОВОК

*спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка про дисертаційну роботу **Кордана Василя Михайловича** на тему “Синтез, структурні та електрохімічні характеристики інтерметалідів систем {La, Tb, Ti, Zr}–Mg–{Sn, Sb} та твердих розчинів на основі Tb₂Ni₁₇”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.*

Дисертаційна робота **Кордана Василя Михайловича** присвячена оптимізації синтезу сплавів, що містять магній, вивченню взаємодії у потрійних системах {La, Tb, Ti, Zr}–Mg–{Sn, Sb}, пошуку нових сполук та дослідженню їх структури, дослідженню розчинності інших компонентів у бінарній фазі Tb₂Ni₁₇, вивченню електрохімічних властивостей інтерметалідів досліджених систем. Отримані результати дослідження фізико-хімічних властивостей сполук є корисними для спрямованого синтезу матеріалів із заданими характеристиками, моделювання та розробки нових електродних матеріалів для металогідридних, літій-іонних чи магній-іонних хімічних джерел електричної енергії.

Робота виконана в рамках наукового напрямку кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка у відповідності з науковими програмами Міністерства освіти і науки України з пріоритетного напрямку “Хімія” за держбюджетними темами: “Енергоємні електроди на основі інтерметалідів для літєвих і металогідридних батарей”, номер держреєстрації 01113U003056 (2013-2014 рр.) та “Синтез і кристалохімія нових інтерметалічних сполук з функціональними властивостями”, номер держреєстрації 0115U003257 (2015-2017 рр.).

Основні наукові результати здобувач отримав особисто:

Уперше досліджено взаємодію компонентів у потрійних системах La–Mg–Sn, Ti–Mg–Sn, Ti–Mg–Sb при 400 °C та побудовані відповідні ізотермічні перерізи діаграм стану.

Встановлено температури поліморфного перетворення $\beta\text{-Ti}_6\text{Sn}_5 \leftrightarrow \alpha\text{-Ti}_6\text{Sn}_5$ та температуру утворення бінарної фази Ti_2Sn_3 , використовуючи диференційний термічний аналіз та високотемпературну рентгенівську дифракцію.

Уточнено кристалічну структуру для низки тернарних сполук та твердих розчинів (для 6 фаз методом монокристалу), встановлено межі існування низки твердих розчинів на основі бінарних сполук, використовуючи рентгенівську дифракцію та енергодисперсійну рентгенівську спектроскопію.

Встановлено, що при електрохімічному літуванні чи магніюванні сполук зі структурою типу Mn_5Si_3 утворюються надструктури (тверді розчини включення при граничному складі) типу Hf_5CuSn_3 , при літуванні фаз зі структурою типу AuCu_3 утворюються тверді розчини зі структурою типу перовскіту CaTiO_3 .

Показано вплив легуючих компонентів на електрохімічне гідрування твердих розчинів $\text{Tb}_2\text{Ni}_{17-x}\text{M}_x$. Встановлено, що легування літєм, магнієм чи їхньою сумішшю, стибієм та бісмутом покращує ефективність гідрування та підвищує Гідрогену на формульну одиницю при розряджанні.

Використовуючи розрахункові дані щодо функції електронної локалізації, вперше інтерпретовано тип хімічного зв'язку у 5 сполуках. У тернарній сполуці LaMgSn_2 міжатомні віддалі між парами атомів Sn1–Sn1 є дещо зменшеними внаслідок часткової ковалентної взаємодії між цими атомами.

Оцінка достовірності і новизни результатів дисертаційної роботи:

Достовірність експериментальних досліджень базується на кваліфікованому використанні сучасного обладнання. Обробка даних проведена за допомогою сучасного комп'ютерного забезпечення, що гарантує їхню достовірність та надійність. Значна кількість отриманих результатів одержані чи підтверджені різними фізико-хімічними методами досліджень: рентгенівської дифракції, скануючої електронної мікроскопії, енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії, диференційного термічного аналізу, вольтамперометрії та інших. Сформовані у дисертації висновки, зроблені на основі цих результатів, є логічними та науково обґрунтованими. Достовірність отриманих результатів не викликає сумнівів. Результати опубліковано у 8 фахових наукових журналах (2 у виданнях з імпаکت-

фактором), а також у 16 тезах доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Теоретичне та практичне значення роботи та рекомендації щодо використання: на основі отриманих результатів про фазові рівноваги в системах $\{La,Ti\}$ -Mg-Sn та Ti-Mg-Sb, кристалічних структур фаз, а також особливостей електрохімічного гідрування, літування та магніювання можна виробити критерії цілеспрямованого пошуку нових матеріалів. Відомості про кристалічну структуру та електрохімічні властивості досліджених фаз можна рекомендувати як довідковий матеріал для фахівців у галузі неорганічної хімії, кристалохімії, хімії твердого тіла та матеріалознавства. Показано перспективність використання окремих станідів у розробці нових електродних матеріалів для літій-іонних чи магній-іонних хімічних джерел електричної енергії та використання легованого різними компонентами інтерметаліду на основі Tb_2Ni_{17} у розробці ефективних електродних матеріалів для металогідридних хімічних джерел електричної енергії.

За актуальністю, новизною, науковим рівнем, обсягом, сукупністю одержаних результатів та глибиною їхнього аналізу дисертаційна робота **Кордана Василя Михайловича** на тему “Синтез, структурні та електрохімічні характеристики інтерметалідів систем $\{La, Tb, Ti, Zr\}$ -Mg- $\{Sn, Sb\}$ та твердих розчинів на основі Tb_2Ni_{17} ” є завершеним у межах поставлених завдань науковим дослідженням, містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, які розв’язують завдання синтезу, вивчення взаємодії компонентів, фізико-хімічних властивостей фаз, встановлення фізико-хімічних характеристик з особливостями кристалічної структури сполук, що має важливе значення для неорганічної хімії.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 02.00.01 – неорганічна хімія та вимогам п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567 із змінами № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015, № 567 від 27.07.2016, а також вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор, Кордан Василь Михайлович,

заслугує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.

Головуючий на засіданні

голова спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10,

д.х.н., професор

Каличак Я. М.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10

д.х.н., професор

Яремко З. М.

М.П. «___» _____ 2018 р.

Підписи проф. Каличака Я. М. та Яремка З. М. засвідчую

Вчений секретар ЛНУ ім. Івана Франка, доцент

Грабовецька О. С.

Атестаційна справа зареєстрована у МОН України під № _____

Затверджено рішення спеціалізованої вченої ради про присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук рішенням атестаційної колегії МОН України від «___» _____ 20__ року.

Видано диплом _____

(серія, номер)

Начальник відділу _____

(прізвище, ініціали)