

## 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 Зарембі Назару Васильовичу на підставі прилюдного захисту дисертації «Інтерметалічні фази у системах  $RENiIn-RENiM$  ( $RE = La, Ce; M = Al, Ga, Ge$ ) та споріднених до них» у вигляді рукопису за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія 2 березня 2021 року, протокол № 11/3.

Заремба Назар Васильович, 1993 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив Львівський національний університет імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України у 2015 році за спеціальністю “Хімія”.

У 2019 році закінчив аспірантуру Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України.

Працює на посаді молодшого наукового співробітника кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України з січня 2020 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 15 опублікованих праць за темою дисертації, з них 0 праць написаних без співавторів, 0 монографій, 5 статей в наукових фахових виданнях України, 2 статті у закордонному виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази, 0 авторських свідоцтв на винаходи, 0 патентів України, в тому числі:

1. **Zaremba N.** Equiatomic indides  $REIrIn$  ( $RE = La, Pr, Nd, Er-Yb$ ) – Crystal structure and electronic structure / N. Zaremba, I. Muts, V. Hlukhyy, S. Stein, U.Ch. Rodewald, V. Pavlyuk, R. Pöttgen, V. Zaremba // Z. Naturforsch. – 2017. – Vol. 72b, №9. – P. 631–638.

2. **Заремба Н.** Системи  $\text{CeNiIn}_{1-x}\text{M}_x$  ( $M = \text{Al}, \text{Ga}$ ) при 873 К / Н.В. Заремба, Г.П. Ничипорук, Ю.В. Щепілов, О.І. Панахид, І.Р. Муць, В.В. Глухий, В.В. Павлюк // Укр. хім. журн, 2018, Т.84., №12. – С. 76-84.

3. **Zaremba N.**  $\text{La}_3\text{Ni}_4\text{Al}_2$ : a new layered aluminide / N. Zaremba, Yu. Schepilov, G. Nychporuk, V. Hlukhyu, V. Pavlyuk.  $\text{La}_3\text{Ni}_4\text{Al}_2$ : a new layered aluminide // Z. Kristallogr. – 2019. – Vol. 234, №9. – P. 581-586.

### Офіційні опоненти:

Доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної хімії Ужгородського національного університету **Барчій Ігор Євгенович** дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. На мою думку слід було більш детально описати завдання дослідження (стор.7), адже вони повинні узгоджуватися з висновками по дисертаційній роботі.

2. Чому за споріднені до Al взято метали Ga, In у почетверних фазах типу  $\text{RETA}_{1-x}\text{M}_x$  зрозуміло (метали IIIA групи ПС), то вибір Ge (*p*-метал IVA групи) необхідно було в дисертації обґрунтувати. Також потребує обґрунтування дослідження кристалічної структури та електрофізичних властивостей сполук  $\text{PrNi}_{2,31}\text{Al}_{2,69}$ ,  $\text{ErNi}_{2,23}\text{Al}_{2,77}$ ,  $\text{YbNi}_{2,31}\text{Al}_{2,69}$ , *o*- $\text{PrNiAl}$ ,  $\text{EuNi}_{0,19}\text{Al}_{1,77}$ ,  $\text{SmPt}_2\text{In}_2$  та ряду інших (в меті дисертаційного дослідження вказано на використання в якості РЗМ тільки лантаноїдів La та Ce).

3. На рис.1.1 (стор.13) представлено ізотермічні перерізи потрійних систем  $\text{La}(\text{Ce})\text{--Ni--In}$  тернарні фази пронумеровані, проте відповідність складів тернарних сполук певним номерам не представлено. Якщо в підписах до рисунку вони відсутні, то слід було синхронізувати нумерацію із складами сполук таблиці 1.1 (стор.12) «Кристаліграфічні характеристики тернарних сполук». Аналогічно із сполуками систем систем  $\text{La--Ni--Al}$  (рис.1.2а,б, табл.1.2, стор.15-16), систем  $\text{La}(\text{Ce})\text{--Ni--Ga}$  (рис.1.3, табл.1.3, стор.19-20),  $\text{La}(\text{Ce})\text{--Ni--Ge}$  (рис.1.4, табл.1.4, стор.21-22),  $\text{La}(\text{Ce})\text{--Cu--In}$  (рис.1.5, табл.1.5, стор.24-25).

4. В методиках щодо синтезу зразків для дослідження (стор.36) вказано, що контроль складу отриманих зразків проводили шляхом порівняння маси

синтезованих сплавів із масою вихідної шихти (відхилення не перевищувало 1%). Порівняння маси підтверджує «Закон збереження маси (Ломоносова-Лавуазьє)», проте хімічний склад утворених нових фаз можна встановити тільки аналітичними методами або використанням електронної дисперсійної рентгеноскопії (EDX).

5. Дещо не в повному обсязі описано методику отримання монокристалів. Не наведено температурні режими синтезу (максимальна температура, температура гомогенізації, швидкісні параметри (швидкість нагрівання та охолодження). Також не вказано чи одержано цілісні монокристалічні зразки або їх відбирали із суміші полікристалів, не наведено габітус монокристалів.

6. На рис.3.2 (стор.43) представлено зміну параметрів елементарної комірки твердих розчинів  $\text{LaNiIn}_{1-x}\text{Al}_x$  системи  $\text{LaNiIn-LaNiAl}$  в області складів  $x=0-0,2$  та  $x=0,6-1$  (за вмістом Al), які є однофазними. Проте в таблиці 3.1 (стор.42) ці сплави є багатофазними. Якщо ці сплави є багатофазними, то про зміну параметрів елементарної комірки твердих розчинів говорити не коректно. Теж саме стосується систем  $\text{CeNiIn-CeNiAl}$  (рис.3.4, таблиця 3.2, стор.43-46),  $\text{LaNiIn-LaNiGa}$  (рис.3.6, таблиця 3.5, стор.48-49).

7. Дисертантом стверджується, що в системі  $\text{CeNiIn-CeNiGa}$  утворюється неперервний ряд твердих розчинів  $\text{CeNiIn}_{1-x}\text{Ga}_x$  (стор.50). Проте в табл.3.6 для складів в області збагаченій Ga ( $x=0,5-0,95$ ) з'являється друга фаза  $\text{Ce}_4\text{Ni}_7\text{In}_8$ , а потім  $\text{Co}(\text{NiGa})_{0,5}$ , що вказує на можливий розрив взаємної розчинності компонентів (також на рис.3.8, стор.52 спостерігається відхилення від закону Вегарда у зміні параметрів елементарної комірки). Далі в тексті говориться «Оскільки профілі дифрактограм і фазовий склад литого і відпаленого за температури 873 К зразка складу  $\text{CeNiIn}_{0,25}\text{Ga}_{0,75}$  є майже однаковими (рис. 3.7 б, в), то можна вважати, що досліджена нами фаза плавиться конгруентно». Як склад твердого розчину може плавитись конгруентно?

8. При дослідженні взаємодії компонентів у системі  $\text{LaNiIn-LaNiAl}$  при 873 К (стор.67) встановлено існування сполуки з невідомою структурою. Методом EDX аналізу встановлено її склад –  $\text{La}_{0,35}\text{Ni}_{0,40}\text{Al}_{0,25}$ . Чому тоді

кристалічну структуру представлено для сполуки  $\text{La}_3\text{Ni}_4\text{Al}_2$ ? Яким методом було встановлено саме цей склад тернарної сполуки?

9. В дисертації, на мою думку, слід було узгодити представлення сполук, твердих розчинів та систем. Наприклад: запис  $\text{CeNiIn}_{1-x}\text{Ga}_x$  дисертант використовує для позначення системи (слід використовувати запис  $\text{CeNiIn}-\text{CeNiGa}$ ), сполука складу  $\text{LaNi}_{0,33}\text{In}_{1,67}$  (сполуки характеризуються цілочисленним співвідношенням атомів у молекул, тому слід використовувати запис  $\text{La}_3\text{NiIn}_5$ ), у структурі сполуки  $i9\text{-PrNi}_{2,09}\text{Al}_{2,91}$  (слід у структурі сполуки кристалохімічного складу  $i9\text{-PrNi}_{2,09}\text{Al}_{2,91}$ ) та інші.

Кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська Політехніка» **Гумінілович Руслана Ростиславівна** дала позитивний відгук із зауваженнями:

1. Провівши детальний аналіз літературних відомостей, автор, на жаль, чітко не обгрунтував, чому саме La та Ce (як рідкісноземельні елементи) вибрані для дослідження?

2. При синтезі  $\text{La}_3\text{Ni}_4\text{Al}_2$  нагрів відбувався до температури 1350 K протягом 18 год та витримка 3 години за цієї температури, охолодження протягом 90 год до температури 980 K та витримка 60 годин при цій температурі, та подальше охолодження до кімнатної температури шляхом виключення муфельної печі; при синтезі  $\text{Pr}_{16,7}\text{Ni}_{33,3}\text{Al}_{50}$  нагрів відбувався до температури 1423 K протягом 10 год та витримка 3 години за цієї температури, охолодження протягом 90 год до температури 978 K та витримка 60 годин при цій температурі, подальше охолодження до кімнатної температури впродовж 48 годин, а при синтезі  $\text{EuNi}_{0,19}\text{Al}_{1,77}$  нагрів відбувався до температури 1473 K протягом 10 годин, витримка 12 годин за цієї температури, охолодження протягом 24 год до температури 873 K, відпал при цій температурі 96 год та охолодження до кімнатної температури впродовж 36 год. За яким правилом обирали той чи інший режим термічної обробки при синтезі методом монокристалу?

3. Автор вивчав температурну залежність питомого електричного опору для  $\text{LaNiGe}$ ,  $\text{SmPt}_2\text{In}_2$ ,  $\text{LaNiIn}_{0,5}\text{Ga}_{0,5}$  в діапазоні температур 2-300 К. Чому вибрано саме цей інтервал?

4. Автор стверджує: «структурне дослідження титульної сполуки є частиною робіт по вивченню взаємодії компонентів у системі Ca-Yb-Ni-In». Що означає «титульної сполуки»? І про яку сполуку йде мова?

5. Для монокристалів з сплаву складу  $\text{EuPtAl}_2$  було встановлено ромбічну сингонію, а монокристали з сплаву  $\text{EuIrAl}_2$  належать до тетрагональної сингонії. Чим це пояснити?

6. В тексті дисертації немає посилання на Додаток А.

7. Практичну цінність наукових результатів бажано підтвердити відповідним авторським свідоцтвом або деклараційним патентом.

8. В тексті дисертації зустрічаються певні неточності та друкарські помилки (в переліку умовних позначень немає розшифрування ІМС (інтерметалічні сполуки), а скорочення зустрічається вже від анотації; на ст. 73 «окрелює» з структурними розрахунками та в табл. в табл.; на ст. 79 «охолодженн»; на ст. 81 «короштою»; на ст. 119 «тримано»; на ст. 144 «споукли»; на рис. 3.5.а наведені дифрактограми для 1 і 2 сполук ідентичні.

### **На автореферат та дисертацію надійшло 7 відгуків:**

1. Відгук за підписом завідувача відділу хімії функціональних неорганічних матеріалів Фізико-хімічного інституту ім. О.В. Богатського НАН України, д.х.н., професора **Зінченка Віктора Федосійовича**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. У тих частинах, де йдеться про магнітні властивості (стор. 5) слід написати «...у магнітному полі напруженістю...». На рис. 1 на осі ординат слід писати позначення розмірності державною мовою (мОм·см). Позначення на рис. 6 є надто мілкими.

2. Хоча дисертацію написано в цілому грамотною українською мовою, у тексті зустрічається непоодинокі неточності й помилки, а саме: краще писати «або», а не «чи» (по всьому тексту); замість «вірогідно» (російською -

достовірно) ймовірно (стор. 9); замість «долю» (п. 6 Висновків) – слід «частку». Замість «рідкоземельних» (стор. 9) слід писати «рідкісноземельних». У розділі Summary заголовки чомусь продубльовано.

2. Відгук за підписом вченого секретаря та завідувача відділу хімії напівпровідників Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, д.х.н., професора **Томашика Василя Миколайовича**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Не зовсім коректно окремі склади твердих розчинів називати сполуками (с.5).

2. Є помилки в тексті, особливо, в анотації російською мовою.

3. Не вказані ключові слова в рецензії англійською мовою.

3. Відгук за підписом завідувача кафедри загальної хімії та полімерів Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, заслуженого діяча науки і техніки України, д.х.н., професора **Сейфулліної Інни Йосипівни** та д.х.н. професора **Марцинко Олени Едуардівни**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. п. 3 висновків має характер констатації, бажано б було сформулювати його більш коректно.

4. Відгук за підписом завідувача кафедри хімії на технологій Волинського національного університету ім. Лесі Українки, д.х.н., професора **Олексеюка Івана Дмитровича** та професора кафедри хімії та технологій, к.х.н **Піскач Людмили Василівни**

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. В авторефераті не приведено жодної діаграми стану. Чому?

2. З автореферата не зрозуміло, який метод отримання монокристалічних зразків та їх розміри.

3. Не обумовлено, з яких міркувань Ge (p-елемент IV групи ПС) є спорідненим до In у тетрамерних фазах  $RETA_{1-x}M_x$ . Тоді як заміщення на Al та Ga (p-елементи III групи ПС) є логічним.

5. Відгук за підписом завідувача кафедри хімії фармацевтичного факультету Івано-Франківського національного медичного університету, д.х.н., доцента **Стецьківа Андрія Остаповича**

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*З тексту автореферату не зовсім зрозуміло, чому саме  $SmPt_2In_2$ ,  $LaNiGe$  та  $LaNiIn_{0.5}Ga_{0.5}$  із значної кількості досліджених автором сполук, вибрані для дослідження фізичних властивостей.*

6. Відгук за підписом директора Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, д.х.н., чл.-кор. НАН України, професора **Пехня Василя Івановича** та пров. інженера-технолога згаданого відділу, к.х.н., **Штоквиша Ольгедра Олександровича**

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*До недоліків можна віднести не достатнє висвітлення в авторефераті можливостей прикладного застосування досліджених фаз. У якості практичного значення наведено фундаментальні результати досліджень.*

7. Відгук за підписом професора кафедри матеріалознавства і новітніх технологій ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", д.ф.-м.н., **Коцюбинського Володимира Олеговича**

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*Без зауважень*

**У дискусії взяли участь члени спеціалізованої вченої ради:**

1. **Миськів М.Г.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

Особливо цікавий є, я зауважив, такий відомий структурний тип  $CaCu_5$ . А тут є така якась структурна гомологія, та комірка  $a$  видовжується, так, правда, і власне, цікаво є, що в принципі, вона не просто хотіла бути ізоморфною, а вона собі зробила, такий собі гомолог інший. Ми знаємо, є такі приклади в кристалохімії інтерметалічних сполук, коли є гомологічні ряди, тут теж свого

роду є така гомологія. І з другого боку, ще один такий цікавий момент, як ми бачимо, в оцій одній фазі, там де кальцій з ітербієм знаходять місце в одній правильній системі точок, що в принципі, там в тій просторовій групі, там правда окремо, положень багато, можливо дійсно єдина причина, то що кальцій і ітербій найближчими до розмірам, тому вони таку вот, частіше ми привикли, що атоми меншого розміру – нікель сіліцій, деколи нікель гемарній утворюють статистичну суміш, тут є трошки інакше.

1. **Завалій І.Ю.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; зауваження:

Хоча немає багато фізичних властивостей, але замість цього є потужний блок електрохімічних властивостей, це звичайно є цікаво, це є актуально, їх дуже багато вчених використовують щоб пояснити різні нюанси, як в структурі так і властивостей саме в таких об'єктах.

При проведенні таємного голосування виявилось, що із 12 членів спеціалізованої вченої ради, які взяли участь у голосуванні (з них 6 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

“За” – 12 членів ради.

“Проти” – немає.

Недійсних бюлетенів – немає.

## ВИСНОВОК

спеціалізованої вченої ради Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка про дисертаційну роботу Заремби Назара Васильовича на тему «Інтерметалічні фази у системах  $RENiIn-RENiM$  ( $RE = La, Ce; M = Al, Ga, Ge$ ) та споріднених до них», подану на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.

Дисертаційна робота Заремби Назара Васильовича присвячена вивченню особливостей взаємодії компонентів у системах  $RENiIn-RENiM$  ( $RE = La, Ce; M = Al, Ga, Ge$ ) при 873 К, встановлення меж розчинності четвертого компонента у вихідних сполуках, кристалічної структури фазових складових твердих розчинів, вивчення впливу заміщення компонентів на фізичні властивості

твердих розчинів чи нових сполук. Для реалізації поставлених завдань початковим етапом був синтез інтерметалічних сплавів та їхній рентгенофазовий і рентгеноструктурний аналізи. Для детального дослідження кристалічної структури сполук необхідним етапом був синтез монокристалів досліджених сполук та розшифровка їхньої структури.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка відповідно до напрямів досліджень кафедри, науково-тематичних планів та держбюджетних тем: “Синтез і кристалохімія нових інтерметалічних сполук з функціональними властивостями” (№ державної реєстрації 0115U003257), “Нові інтерметаліди як основа енергоефективних матеріалів” (№ державної реєстрації 0117U007192), “Синтез і кристалохімія нових інтерметалідів подвійного призначення” (№ державної реєстрації 0118U003609).

### **Основні наукові результати особисто отримані здобувачем:**

Вперше досліджено взаємодію компонентів у системах  $RETi_{1-x}M_x$  ( $RE = La, Ce$ ;  $T = Ni, Cu$ ;  $M = Al, Ga, Ge$ ) при 873 К.

У системах  $CeNiIn_{1-x}M_x$  ( $M = Al, Ga$ ) встановлено формування неперервних рядів твердих розчинів із структурою типу  $ZrNiAl$ , взаємозаміщення  $In$  та  $Al(Ga)$  підтверджено уточненням кристалічної структури 3 нових тетраарних сполук. Системи  $LaNiIn_{1-x}M_x$  ( $M = Al, Ga$ ),  $RENiIn_{1-x}Ge_x$  та  $RECuIn_{1-x}Ga_x$  ( $RE = La, Ce$ ) характеризуються утворенням обмежених твердих розчинів заміщення із структурами вихідних сполук.

Досліджено розчинність германію у сполуках  $REPtIn$  ( $RE = La, Ce$ ), встановлено утворення обмежених твердих розчинів заміщення  $REPt_{1-0,7}Ge_{0-0,3}In$ , взаємозаміщення атомів платини на германію підтверджено уточненням кристалічної структури сполуки  $CePt_{0,87}Ge_{0,13}In$  та проаналізовано характер зміни параметрів елементарної комірки в межах твердих розчинів.

Встановлено існування та досліджено кристалічну структуру 10 нових тернарних алюмінідів, 3 з яких:  $i9-CeNi_{2,28}Al_{2,72}$ ,  $EuPt_2Al_3$  і  $EuIr_2Al_4$  є представниками нових структурних типів інтерметалічних сполук. Для сполуки  $La_3Ni_4Al_2$  проведено кристалохімічний аналіз із застосуванням алгоритму Барнігаузена та встановлено взаємозв'язок з структурним типом  $AlB_2$ . Сполука

*o*-PrNiAl (СТ CePdAl) є високотемпературною модифікацією сполуки *h*-PrNiAl (СТ ZrNiAl), а інтерметаліди серії  $RENi_{2+x}Al_{3-x}$  ( $RE = Ce, Pr, Er, Yb$ ) належать до родини похідних структурного типу CaCu<sub>5</sub>. Для сполук *i7*-PrNi<sub>2,31</sub>Al<sub>2,69</sub> та *i9*-PrNi<sub>2,09</sub>Al<sub>2,91</sub> характерний концентраційний поліморфізм.

Вперше синтезовано та досліджено кристалічну структуру сполуки еквіатомного складу LaNiGe (СТ LaPtSi, ПГ  $I4_1md$ ), впорядкованого варіанта структурного типу  $\alpha$ -ThSi<sub>2</sub>. Встановлено взаємозаміщення ітербію та кальцію у системі Yb<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>NiGe та досліджено кристалічну структуру сполук Yb<sub>0,685</sub>Ca<sub>0,315</sub>NiGe (СТ TiNiSi) і Ca<sub>0,98</sub>Yb<sub>0,02</sub>NiGe (СТ MnAlGe). Вивчено кристалічну структуру сполуки Ca<sub>0,265</sub>Yb<sub>0,735</sub>Ni<sub>3</sub>Ge<sub>2</sub> (власний СТ, ПГ  $P6/m$ ) та встановлено її структурну спорідненість з ErNi<sub>3</sub>Ge<sub>2</sub> (власний СТ, ПГ  $P-6$ ).

Тернарні індици  $REIrIn$  ( $RE = La, Pr, Nd$ ) та SmPt<sub>2</sub>In<sub>2</sub> синтезовані вперше та доповнюють ряди ізоструктурних сполук із структурами типів ZrNiAl та CePt<sub>2</sub>In<sub>2</sub>, відповідно, YbIrIn є представником структурного типу TiNiSi. Взаємозаміщення ітербію та кальцію підтверджено уточненням структури сполуки Ca<sub>0,785</sub>Yb<sub>0,215</sub>NiIn<sub>2</sub> (СТ MgCuAl<sub>2</sub>). Новий тетрарний інтерметалід LaNiIn<sub>0,43</sub>Ga<sub>0,57</sub> (СТ CeCoAl, ПГ  $C2/m$ ) синтезований у системі LaNiIn<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub> та проведений його структурний аналіз.

Досліджено магнітні та електротранспортні властивості сполук SmPt<sub>2</sub>In<sub>2</sub>, LaNiGe та LaNiIn<sub>0,5</sub>Ga<sub>0,5</sub>. Квантово-механічні розрахунки електронної структури було проведено для сполук La<sub>3</sub>Ni<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>, *i9*-PrNi<sub>2,09</sub>Al<sub>2,91</sub>, *i7*-PrNi<sub>2,31</sub>Al<sub>2,69</sub>, *i3*-ErNi<sub>2,23</sub>Al<sub>2,77</sub>, *i3*-YbNi<sub>2,31</sub>Al<sub>2,69</sub>, EuPt<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>, EuIr<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>, LaNiGe, SmPt<sub>2</sub>In<sub>2</sub>, LaIrIn та YbIrIn і згідно цих результатів було проаналізовано хімічний зв'язок у них.

### **Оцінка достовірності і новизни результатів дисертаційної роботи:**

Достовірність результатів експериментальних досліджень ґрунтується на кваліфікованому використанні сучасного обладнання з наступним опрацюванням одержаних даних за допомогою сучасного комп'ютерного забезпечення, що гарантує їхню достовірність і надійність. Сформульовані у дисертації висновки є логічними та науково обґрунтованими. їхня достовірність не викликає сумнівів. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 5 статтях у фахових наукових виданнях, з них дві у міжнародних виданнях, що

входять до наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, та тезах 10 доповідей на українських та міжнародних наукових конференціях.

За результатами перевірки програмою UNICHECK фірми ТОВ “Антиплагіат” на наявність запозичень, використання ідей, наукових результатів і матеріалів інших авторів без належного посилання на першоджерело не виявлено.

### **Теоретичне та практичне значення роботи та рекомендації щодо використання отриманих результатів:**

Представлені результати роботи можна використати для прогнозування чи порівняння взаємодії компонентів у споріднених системах або для пошуку нових тетраарних сполук. Дані досліджень фізичних властивостей окремих сплавів можна використати як для прогнозування, так і для порівняння фізичних властивостей для сполук споріднених систем. Отримані кристалографічні дані є важливими для неорганічної хімії та кристалохімії і, деякі з них, депоновані в Кембриджський центр кристалографічних даних (Англія).

За актуальністю, новизною, науковим рівнем, обсягом, сукупністю одержаних результатів та глибиною їхнього аналізу дисертаційна робота **Заремби Назара Васильовича на тему «Інтерметалічні фази у системах  $RENiIn-RENiM$  ( $RE = La, Ce; M = Al, Ga, Ge$ ) та споріднених до них»** є завершеним у межах поставлених завдань науковим дослідженням, містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, які розв’язують завдання синтезу, вивчення взаємодії компонентів, встановлення фазових рівноваг та кристалічної структури сполук, що має важливе значення в галузі неорганічної хімії та кристалохімії.

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, № 943 від 20.11.2019 року, а також вимогам Міністерства освіти і науки України до кандидатських дисертацій, а її автор, Заремба Назар Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку, спеціалізована вчена рада присуджує **Зарембі Назару Васильовичу** науковий ступінь 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. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 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)