

## 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 Домінюк Наталії Ігорівні на підставі прилюдного захисту дисертації “Синтез, структура та властивості твердих розчинів *p*-елементів III–V груп на основі сполук  $R_2T_2In$  ( $R = La, Ce; T = Ni, Cu$ ) та споріднених до них” у вигляді рукопису за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія 2 березня 2021 року, протокол № 10/3.

Домінюк Наталія Ігорівна, 1985 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила Львівський національний університет імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України у 2007 році за спеціальністю “Хімія”.

У 2020 році закінчила 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 жовтня 2020 року до теперішнього часу.

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

**Науковий керівник:** Заремба Василь Іванович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка МОН України.

Здобувачка має 24 опубліковані праці за темою дисертації, з них 0 праць написаних без співавторів, 0 монографій, 9 статей в наукових фахових виданнях України, з них 5 статей у закордонних виданнях, що включені до міжнародної наукометричної бази даних Scopus та Web of Science, 0 авторських свідоцтв на винаходи, 0 патентів України, в тому числі:

1. **Dominyuk N.**  $\text{Nd}_{39}\text{Ir}_{10.98}\text{In}_{36.02}$  – A complex intergrowth structure with CsCl- and  $\text{AlB}_2$ -related slabs / **N. Dominyuk**, V.I. Zaremba, U.Ch. Rodewald, R. Pöttgen // *Z. Naturforsch.* – 2015. – Vol. 70(7)b. – P. 497 – 503.

2. **Dominyuk N.**  $\text{La}_5\text{Ir}_{1.73}\text{In}_{4.27}$  with  $\text{Lu}_5\text{Ni}_2\text{In}_4$ -type structure / **N. Dominyuk**, V.I. Zaremba, R. Pöttgen // *Z. Naturforsch.* – 2020. Vol. 75(6–7)b. – P. 709 –713.

3. **Dominyuk N.** The  $\text{RECu}_{1-x}\text{Ga}_x\text{In}$  ( $\text{RE} = \text{La}, \text{Ce}$ ) systems at 870 K / **N. Dominyuk**, G. Nychporuk, I. Muts, V. Zaremba // *Chem. Met. Alloys* – 2020. – Vol. 13. – P.1–7.

### Офіційні опоненти:

Доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної, аналітичної та загальної хімії Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету “Львівська Політехніка” **Шаповал Павло Йосифович** дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У “Переліку умовних позначень” – рідкісноземельний метал має аж три позначення: РЗМ,  $R$ ,  $RE$ . Чим це зумовлено?
2. У вступі на ст. 6 вказано “...тверді розчини заміщення:  $R_{2-x}R^I_xM_2\text{In}$  і  $R_2T_{2-x}T^I_x\text{In}$ ...». Не зрозуміло позначення  $R-R^I$  та  $T-T^I$ , якщо  $R$  – рідкісноземельний метал, а  $T$  –  $d$ -елемент. Можливо, було б краще використати  $R^I$ -  $R^{II}$  та  $T^I$ -  $T^{II}$ , відповідно?
3. В літературному огляді описано три- та чотирикомпонентні системи з детальним переліком відомих сполук, що в них існують. Можливо, було б доцільніше навести ці дані у вигляді узагальнених таблиць чи діаграм?
4. На рис.1.1 (ст. 14), 1.2 (ст. 16), 1.4 (ст. 19), 1.5 (ст. 20) для відповідних систем наведено рівноваги за 870 К та 670 К. При різних температурах, а в даному випадку різниця складає 200 К, рівноваги в системах можуть дещо змінюватись (межі існування сполук, фаз і т.п.). Чому саме так вирішено зробити представлення, а не окремими рисунками?
5. На ст. 44 автор говорить, що “Остаточні координати та параметри теплового коливання атомів уточнювали в ізотропному чи анізотропному

наближенні...”, проте далі по тексту роботи уточнення здійснювали “лише в анізотропному наближенні”?

6. Розділ 3 перевантажений цифровою інформацією (деталі експерименту та результати уточнення структури сполук, координати та параметри теплового коливання атомів). Ймовірно, було б доцільніше навести вказану частину експериментальної інформації у додатках.
7. На ст. 62 при уточненні кристалічної структури складових фаз зразка складу  $\text{CeNi}_2\text{Si}_{1.5}\text{In}_{0.5}$  сума приблизного складу фаз становить 97 %, тоді як для зразка складу  $\text{LaNi}_2\text{Si}_{1.75}\text{In}_{0.25}$  аналогічне значення становить 100%?
8. На ст. 66 у п. 3.1.11 говориться, що при збільшенні вмісту Ge параметр  $a$  зменшується, а параметр  $c$  – збільшується, що призводить до збільшення об’єму елементарної комірки через різницю в радіусах атомів паладію (який заміщають) і германію (на який заміщають), проте в системі  $\text{NdPdIn}$  при заміщенні Pb на Ge об’єм елементарної комірки зменшується (рис. 3.18 – в)?
9. В тексті дисертації зустрічаються окремі неточності. Наприклад, на рис. 3.28, 3.30, 3.31, 3.33, 3.35, 3.39, 4.5, 4.6, не вказано всіх елементів, особливо це стосується 2-го компонента (іноді – кількох компонентів: рис. 3.37, 3.40, 3.42, 3.43, 4.7, 4.13) у статистичній суміші, порівняно із рис. 1.12, 4.3, 4.9, 4.10, 4.11, де вказано всі елементи, а склад статистичної суміші вказано круговою діаграмою із різними кольорами, які відповідають тому чи іншому елементу із позначення. На рис. 3.32 взагалі не вказано, який колір відповідає якому елементу у проєкціях кристалічної структури, а на рис. 3.44, де сполука має в своєму складі 2 статистичні суміші, вказано позначення лише однієї.

Кандидат хімічних наук, декан факультету хімії, екології та фармації Волинського національного університету імені Лесі Українки **Марушко Лариса Петрівна** дала позитивний відгук із зауваженнями:

1. У роботі не пояснено чому у випадку твердих розчинів  $\text{La}(\text{Ce})_2\text{Cu}_2\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x$  (пп. 3.1.5) має місце заміщення In на Ga, а у випадку  $\text{La}(\text{Ce})\text{Cu}_{1-x}\text{Ga}_x\text{In}$  (пп. 3.1.10) – заміщення Cu на Ga.
2. Склад сполуки  $R_7\text{Ni}_{5\pm x}\text{Ge}_{3\pm x}\text{In}_6$  (с. 71) краще було б описати як  $R_7\text{Ni}_{8-x}\text{Ge}_x\text{In}_6$ , що відображає заміщення частини атомів Ni атомами Ge в положенні 6k.
3. У розділі 3.2.3 (с. 87, 89) зустрічається формула сполуки  $RRh_{1-x}\text{Ge}_x\text{In}_3$ , хоча мова йде про сполуку  $RRh_{1-x}\text{Ge}_x\text{In}$ .
4. У роботі не пояснено чи сполука  $\text{Ce}_5\text{Cu}_{0,57}\text{In}_{0,43}\text{Bi}_3$  є частиною твердого розчину на основі потрійної сполуки  $\text{Ce}_5\text{CuBi}_3$  чи окремою тетраарною сполукою (с. 114). Доцільно було б вивчити можливість існування такого твердого розчину  $\text{Ce}_5\text{Cu}_{1-x}\text{In}_x\text{Bi}_3$ .
5. У структурі сполуки  $\text{LaCu}_{0,4}\text{Ga}_{0,5}\text{In}$  (структурний тип  $\text{CaIn}_2$ ) існує статистична суміш атомів Cu, Ga, In в положенні 4f. Варто було б дослідити структуру цієї сполуки в структурному типі  $\text{LiGaGe}$  (просторова група  $P6_3mc$ ), який дозволив би впорядковано розмістити атоми In та статистичної суміші Cu і Ga в положеннях 2b.
6. Кристалічні структури сполук  $\text{NdAu}_{0,55}\text{In}_{1,45}$  (пп. 3.2.5),  $\text{LaCu}_{0,4}\text{Ga}_{0,6}\text{In}$  та  $\text{CeCu}_{0,5}\text{Ga}_{0,5}\text{In}$  (пп. 3.2.11) уточнені в рамках структурного типу  $\text{CaIn}_2$ . Їхній опис можна було б об'єднати в один розділ, щоб не повторювати два рази подібні рисунки і таблиці. Це саме стосується представників структурного типу  $\text{ZrNiAl}$  (пп. 3.2.3 і 3.2.13).

#### **На автореферат дисертації надійшло 8 відгуків:**

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

Відгук позитивний з таким зауваженням:

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

2. Відгук за підписом завідувача кафедри прикладної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, з.д.н.т. України, д.х.н., професора **Сейфулліної Інни Йосипівни** та професора цієї ж кафедри, д.х.н., професора **Марцинко Олени Едуардівни**.

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*За авторефератом виникло питання: на стор. 3 наведено, що практична значимість роботи полягає у тому, що “одержані результати дають змогу прогнозувати взаємодію компонентів в інших, ще не вивчених, системах за участю рідкісноземельних металів, р- та d-елементів та індію”. Які саме з проведених досліджень це підтверджують?*

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

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

*1. Не приведено жодної діаграми стану із досліджених систем.*

*2. З табл. 1 автореферата незрозуміло, чи представлені склади є індивідуальними сполуками, чи взяті із фаз змінного складу? Не вказані межі їх стабільного існування (температурні та концентраційні).*

4. Відгук за підписом завідувача хіміко-технологічного відділу Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, д.х.н., професора **Томашика Василя Миколайовича**.

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*Дисертаційна робота виконана на досить високому науковому рівні, але цифри на рисунках доцільно було написати більшим шрифтом.*

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

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Вставки на рис. 1 є надто мілкими, що утруднює їх розгляд та розуміння.

2. В роботі є певні термінологічні неточності: У підписі до рис. 1 слід було б написати "... від напруженості магнітного поля...", оскільки поле це не величина, а сутність. Далі автор називає величину  $C/T$  питомою теплоємністю (рис. 2), що є невірним: питома теплоємність ( $c$ ) відноситься до одиниці маси, тобто вимірюється у Дж·кг<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>. Очевидно зазначену автором функцію слід було б назвати наведеною теплоємністю. У підписі до рис. 3 замість терміну "опір", вживаного автором, слід було записати "питомий опір", судячи з розмірності величини.

3. Сумнівним є застосування терміну "ковалентний радіус" стосовно Ni і Si (стор. 12), які є металами. Замість терміну "енергетичний (рівень)" (стор. 16) краще було б записати "електронний".

6. Відгук за підписом завідувача кафедри неорганічної хімії ДВНЗ "Ужгородський національний університет", д.х.н., професора **Барчія Ігоря Євгеновича**.

Відгук позитивний з такими зауваженнями:

1. Із автореферату слідує, що у системах  $R_2T_2In_{1-x}M_x$  ( $R = La, Ce$ ;  $T = Ni, Si$ ;  $M = Sb, Bi$ ) розчинність четвертого компонента не спостерігається та утворюються багатофазні суміші, однак пояснення цьому не дано. Така взаємодія свідчить, що перерізи тернарна фаза –  $p$ -елемент не квазіподвійні і можливо слід було проаналізувати характер взаємодії компонентів у почетверних системах.

2. У таблиці 1 автореферату наведено кристалографічні характеристики ряду тетрарних сполук структурного типу  $CaBe_2Ge_2$ , що реалізуються при заміщенні Германію та Силіцію на Індій у сполуках складу

$RT_2M_2$  із структурою типу  $CeAl_2Ge_2$ . Разом із тим, на сторінці 13 автореферату стверджується, що при такому заміщенні спостерігається концентраційний поліморфізм. Виникає питання: відповідні фази є індивідуальними сполуками, чи твердими розчинами на основі вихідних тернарних фаз, у яких спостерігається концентраційний поліморфізм.

7. Відгук за підписом професора кафедри біологічної та загальної хімії Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, д.х.н. **Федорчука Анатолія Олександровича**.

Відгук позитивний з таким зауваженням:

*Виконані дослідження розрізів  $RCu_{1-x}Ga_xIn$ ;  $RPd_{1-x}Ge_xIn$ ;  $RRh_{1-x}Ge_xIn$  та  $CeCu_{1-x}Ag_xIn$  не передбачені метою дисертаційної роботи (дослідження розчинності р-елементів III – V груп у сполуках  $R_2T_2In$ ) та не відображено у завданнях (встановлення меж розчинності четвертого компонента у сполуках  $R_2T_2In$ ).*

8. Відгук за підписом завідувача кафедри хімії Івано-Франківського національного медичного університету, д.х.н., професора **Стецьківа Андрія Остаповича**.

*Відгук позитивний, без зауважень.*

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

1. **Павлюк В.В.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.
2. **Котур Б.Я.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.
3. **Завалій І.Ю.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.
4. **Гулай Л.Д.**, професор, доктор хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія; без зауважень.

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

При чому треба сказати, що були не тільки досліджені структури, склади сполук, EDX зроблений, а навіть і фізичні властивості деякі. Оскільки нікель наприклад, то є феромагнетик, так, тому було цікаво подивитись, як вони себе поведуть.

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

Тут було питання про германій-паладій заміщення. Якщо, то є в присутності індію, то не виключено, що вони там так чисто не заміщаються, може частину паладію чи германію піти там, де індій стоїть, так, а індій натомість піде в ті інші положення. То є надзвичайно цікаве і тонке дослідження.

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 Домінюк Наталії Ігорівни на тему “Синтез, структура та властивості твердих розчинів  $p$ -елементів III–V груп на основі сполук  $R_2T_2In$  ( $R = La, Ce; T = Ni, Cu$ ) та споріднених до них”, подану на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.01 – неорганічна хімія.

Дисертаційна робота Домінюк Наталії Ігорівни присвячена дослідженню особливостей взаємодії компонентів у системах  $R_2T_2In_{1-x}M_x$  ( $R = La, Ce; T = Ni,$

Cu;  $M = \text{Al, Sn, Sb, Bi, Ga}$ ),  $R_2T_{2-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Ce, } T = \text{Ni, Cu}$ ),  $Gd_2Cu_2In_{1-x}M_x$  ( $M = \text{Al, Ga, Si, Ge}$ ),  $RNi_2Ge_{2-x}In_x$  ( $R = \text{La, Ce, Pr}$ ),  $RNi_2Si_{2-x}In_x$  ( $R = \text{La, Ce}$ ),  $RCu_{1-x}Ga_xIn$  ( $R = \text{La, Ce}$ ),  $RPd_{1-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Ce, Nd}$ ),  $RRh_{1-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Nd}$ ) та  $CeCu_{1-x}Ag_xIn$  з метою встановлення розчинності четвертого компонента у тернарних сполуках, дослідженню твердих розчинів, їхніх меж існування та структурних особливостей, дослідженню кристалічної структури нових сполук. Вивчення характеру взаємодії елементів у багатокомпонентних системах веде до пошуку матеріалів з якісно новими характеристиками.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка відповідно до напрямів досліджень кафедри, науково-тематичних планів та держбюджетних тем: “Умови утворення та кристалохімічні особливості нових інтерметалідів” (номер державної реєстрації 0106U001300), “Нові інтерметаліди: синтез, структура та кристалохімічні закономірності” (номер державної реєстрації 0109U002070) та “Синтез і кристалохімія нових інтерметалідів подвійного призначення” (номер державної реєстрації 0118U003609).

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

Вперше досліджено взаємодію компонентів у системах  $R_2T_2In_{1-x}M_x$  ( $R = \text{La, Ce; } T = \text{Ni, Cu; } M = \text{Al, Sn, Sb, Bi, Ga}$ ),  $R_2T_{2-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Ce, } T = \text{Ni, Cu}$ ),  $Gd_2Cu_2In_{1-x}M_x$  ( $M = \text{Al, Ga, Si, Ge}$ ),  $RNi_2Ge_{2-x}In_x$  ( $R = \text{La, Ce, Pr}$ ),  $RNi_2Si_{2-x}In_x$  ( $R = \text{La, Ce}$ ),  $RCu_{1-x}Ga_xIn$  ( $R = \text{La, Ce}$ ),  $RPd_{1-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Ce, Nd}$ ),  $RRh_{1-x}Ge_xIn$  ( $R = \text{La, Nd}$ ) та  $CeCu_{1-x}Ag_xIn$  при 873 К. Встановлено, що неперервні ряди твердих розчинів не утворюються в жодній з досліджених систем, тоді як у 27 системах утворюються обмежені тверді розчини заміщення зі структурами типу  $Mo_2FeB_2$ ,  $CaBe_2Ge_2$ ,  $ZrNiAl$  та  $CaIn_2$ . У 15 системах розчинності четвертого компонента не спостерігали.

Синтезовані та структурно досліджені 22 нові тетрарні сполуки  $R_7Ni_{5\pm x}Ge_{3\pm x}In_6$  ( $R = \text{La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd}$ ) (СТ  $Ce_7Ni_5Ge_3In_6$ ),  $CePd_{0,71}Ge_{0,29}In$ ,  $LaPd_{0,81}Ge_{0,19}In$ ,  $PrPd_{0,73}Ge_{0,27}In$ ,  $LaRh_{0,65}Ge_{0,35}In$ ,  $CeRh_{0,71}Ge_{0,29}In$ ,  $PrRh_{0,75}Ge_{0,25}In$ ,  $NdRh_{0,70}Ge_{0,30}In$ ,  $SmRh_{0,67}Ge_{0,33}In$  (СТ  $ZrNiAl$ ),  $Ce_5Cu_{0,57}In_{0,43}Bi_3$  (СТ  $Hf_5CuSn_3$ ),  $CeNi_3In_5Sn$  (СТ  $LaNi_3In_6$ ),  $CeNiIn_{0,57}Sn_{0,43}$  (СТ  $ZrNiAl$ ),  $LaNi_2Ge_{0,8}In_{1,2}$ ,  $CeNi_2GeIn$

та  $\text{PrNi}_2\text{Ge}_{1,5}\text{In}_{0,5}$  (СТ  $\text{CaBe}_2\text{Ge}_2$ ),  $\text{LaCu}_{0,4}\text{Ga}_{0,6}\text{In}$  та  $\text{CeCu}_{0,5}\text{Ga}_{0,5}\text{In}$  (СТ  $\text{CaIn}_2$ ). Кристалічну структуру 20 з них вивчено методом монокристала.

Вперше встановлено існування 4 тернарних сполук:  $\text{Nd}_{39}\text{Ir}_{10,98}\text{In}_{36,02}$  (власний структурний тип),  $\text{NdAu}_{0,55}\text{In}_{1,45}$  (СТ  $\text{CaIn}_2$ ),  $\text{La}_5\text{Ir}_{1,73}\text{In}_{4,27}$  (СТ  $\text{Lu}_5\text{Ni}_2\text{In}_4$ ),  $\text{Dy}_{11}\text{Ge}_{4,33}\text{In}_{5,67}$  (СТ  $\text{Sm}_{11}\text{Ge}_4\text{In}_6$ ), для двох відомих тернарних сполук  $\text{YbNiGe}$  (СТ  $\text{TiNiSi}$ ) та  $\text{Gd}_2\text{Cu}_2\text{In}$  (СТ  $\text{Mo}_2\text{FeB}_2$ ) кристалічну структуру уточнено методом монокристала.

На основі одержаних результатів обговорено особливості взаємодії компонентів у досліджених системах. Встановлено, що під час заміщення германію на індій у системах  $\text{RNi}_2\text{Ge}_{2-x}\text{In}_x$  ( $R = \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}$ ) тверді розчини на основі вихідних сполук не утворюються, однак відбувається структурна трансформація та утворення твердих розчинів на основі фаз зі структурою типу  $\text{CaBe}_2\text{Ge}_2$ . У системах  $\text{RCu}_{1-x}\text{Ga}_x\text{In}$  ( $R = \text{La}, \text{Ce}$ ) при збільшенні концентрації галію відбувається структурна трансформація твердого розчину із структурою типу  $\text{ZrNiAl}$  у твердий розчин із структурою типу  $\text{CaIn}_2$ .

Для сполуки  $\text{Ce}_7\text{Ni}_5\text{Ge}_3\text{In}_6$  проведено дослідження магнітних властивостей, а для фаз системи  $\text{CePd}_{1-x}\text{Ge}_x\text{In}$  – магнітних та електротранспортних властивостей. Сполуки попри відсутність магнітного впорядкування, демонструють критичну квантову поведінку (ефект Кондо та важких ферміонів).

#### **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 9 статтях у фахових наукових виданнях, з них 5 – у міжнародних виданнях, що входить до наукометричної бази даних Scopus, та тезах 15 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 можуть бути використані як довідковий матеріал в галузі неорганічної хімії, матеріалознавства, оскільки розширюють знання про взаємодію елементів у багатоконпонентних системах і є основою для пошуку нових перспективних матеріалів, також дають змогу прогнозувати взаємодію компонентів у ще не вивчених системах за участю рідкісноземельних металів, *p*- і *d*-елементів та індію. А результати дослідження кристалічних структур тернарних і тетрарних сполук можуть бути використані для ідентифікації фаз у разі дослідження інших споріднених систем та розробці нових металічних матеріалів. Отримані кристалографічні дані є важливими для неорганічної хімії та кристалохімії і деякі з них депоновані в Кембриджський центр кристалографічних даних (Англія). Встановлені фізичні властивості окремих сплавів можна використати як для прогнозування, так і для порівняння фізичних властивостей для сполук споріднених систем.

За актуальністю, новизною, науковим рівнем, обсягом, сукупністю одержаних результатів та глибиною їхнього аналізу дисертаційна робота **Домінюк Наталії Ігорівни “Синтез, структура та властивості твердих розчинів *p*-елементів III–V груп на основі сполук  $R_2T_2In$  ( $R = La, Ce; T = Ni, Cu$ ) та споріднених до них”** є завершеним у межах поставлених завдань науковим дослідженням, містить особисто отримані здобувачкою 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 авторка, Домінюк Наталія Ігорівна, 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 Д 35.051.10 Львівського національного університету імені Івана Франка присуджує Домінюк Наталії Ігорівні 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)