

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА
ім.І.М.Францевича**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту проблем
матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України
чл.-кор. НАН України



Геннадій БАГЛЮК

«6» квітня 2026 р.

В И Т Я Г

з протоколу № 04/П - 03 від 06 квітня 2026 року
засідання секції «Фізико-хімія і технології наноструктурних і функціональних
матеріалів» Вченої ради Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича
Національної академії наук України

БУЛИ ПРИСУТНІ:

акад. НАН України, д.т.н. А.В. Рагуля, чл.-кор. НАН України д.т.н. М.П. Гадзира, д.х.н. М.В. Буланова, д.ф.-м.н. В.І.Іващенко, д.ф.-м.н. Є.А. Єлісєєв, д.х.н. О.А. Корнієнко, д.х.н. Л.М. Куліков, д.ф.-м.н. А.І. Євтушенко, д.х.н. В.С. Судавцова, д.ф.-м.н. О.Ю. Хижун, д.х.н. А.А. Бондар, д.х.н. Ю.В. Фартушна, д.х.н. В.П. Красовський, д.ф.-м.н. Р.О. Кузян, д.х.н. О.М. Лавриненко, д.т.н. М.С. Стороженко, к.х.н. О.В.Чудінович, к.х.н. В.Б. Муратов, д.ф.-м.н. О.О. Онопрієнко, к.ф.-м.н. Д.В. Миронюк, к.ф.-м.н. І.В. Кондакова.

СЛУХАЛИ:

Доповідь молодшого наукового співробітника відділу фізичної хімії неорганічних матеріалів Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича Національної академії наук України Шевчука Володимира Анатолійовича на тему дисертаційної роботи «Термодинамічні властивості розплавів подвійних та потрійних сплавів бісмуту, плюмбуму або германію з лантаноїдами», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія.

Науковий керівник роботи – д.х.н., пр.н.с., проф. Судавцова Валентина Савелівна
Рецензенти: д.х.н. Бондар Анатолій Адольфович,
д.х.н. Корнієнко Оксана Анатоліївна.

Тему дисертації «Термодинамічні властивості розплавів потрійних систем РЗМ-Ni-(Cu)-Bi та обмежуючих їх подвійних систем» затверджено на засіданні Вченої ради Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України 18 лютого 2020 р., протокол № 2 та уточнено формулювання назви дисертації «Термодинамічні властивості розплавів подвійних та потрійних сплавів бісмуту, плюмбуму або германію з лантаноїдами» на засіданні Вченої ради Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України 03 лютого 2026 р., протокол № 1.

ВИСТУПИЛИ:

З питаннями:

д.х.н. В.П. Красовський, д.х.н. М.В. Буланова, д.х.н. О.А. Корнієнко, чл.-кор. НАН України д.т.н. М.П. Гадзира.

З рецензіями:

-д.х.н. Бондар Анатолій Адольфович,
-д.х.н. Корнієнко Оксана Анатоліївна.

В обговоренні взяли участь:

акад. НАН України, д.т.н. А.В. Рагуля, чл.-кор. НАН України д.т.н. М.П. Гадзира, д.х.н. М.В.Буланова, д.х.н. О.А. Корнієнко, д.х.н. В.С. Судавцова, д.х.н. А.А. Бондар, д.х.н. В.П. Красовський.

У результаті обговорення та обміну думками засідання відзначає:

Актуальність даної роботи. Вивчення фізико-хімічних характеристик розплавів, які беруть участь в різних технологічних процесах, є науковою основою створення нових матеріалів із заданими властивостями, у тому числі аморфних, квазі- і нанокристалічних. Створення цих матеріалів є пріоритетним напрямком науково-технічного прогресу України.

Термодинамічні функції розплавів і фаз є одними з найважливіших серед численних фізико-хімічних властивостей сплавів, оскільки вони кількісно характеризують енергію міжатомної взаємодії компонентів. Знання термодинамічних величин сплавоутворення необхідно для вибору оптимальних режимів технологічних процесів одержання високоякісних сплавів і для передбачення їх поведінки в різних умовах. У зв'язку з трудомісткістю та складністю експериментального дослідження рідких сплавів подвійних $\text{Bi-La}(\text{Ce}, \text{Pr})$, Bi-Eu , Bi-Tm , Pb-Eu , Pb-Yb , Ge-Eu та потрійних Bi-Eu-Cu , Al-Eu-Ge систем при високих температурах, великого значення набуває моделювання їх термодинамічних властивостей. Все це також необхідно для накопичення і систематизації термодинамічних даних рідких сплавів.

Останнім часом значно збільшилась зацікавленість до сплавів перехідних металів з рідкісноземельними металами (РЗМ) Періодичної системи елементів. Сплави систем Al-RZM -перехідний метал характеризуються високою схильністю до аморфізації при гартуванні з рідкого стану, а сплави, одержані при витримці поблизу температури кристалізації, здатні утворювати матеріали, з особливими властивостями. Багато сплавів, в тому числі і аморфні, широко застосовуються для виготовлення магнітних головок, датчиків, створення дифузійних бар'єрів, виробництва військової техніки, зброї та авіації. Одна з найбільш складних теоретичних проблем хімії полягає в з'ясуванні причин схильності певного металічного сплаву до утворення скла при гартуванні з рідкої фази, а також прогнозуванні термодинамічних властивостей розплавів дво- та багатокомпонентних систем.

Особливу зацікавленість представляє термодинамічне вивчення розплавів бісмуту з РЗМ. Напівметалічний бісмут – це матеріал, що проявляє цікаві магніто-резистивні (MR) характеристики та малорозмірні ефекти, чії електронні властивості принципово відрізняються від тих самих в металах, через складну та надто анізотропну поверхню Фермі. В останні роки, бісмут і сплави на його основі широко використовують для переробки відходів ядерної промисловості. Деякі сполуки подвійних та потрійних систем пловбуму та германію з рідкісноземельними металами проявляють напів- та надпровідні властивості. Тому вивчення і моделювання їх термодинамічних властивостей активно проводиться і висвітлюється в літературі. Подвійні та потрійні сплави багатьох систем Bi з d- і f- металами проявляють термоелектричні, магнітні властивості, а також є як легко так і тугоплавкими матеріалами. Для отримання таких матеріалів необхідно знати їх діаграми стану та термодинамічні властивості різних проміжних фаз і особливо рідкої фази, тому, що більшість з них отримується плавленням. Тому вивчення та моделювання термодинамічних характеристик таких металічних розплавів має важливе теоретичне та

практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана у відділі фізичної хімії у рамках держбюджетних тем «Дослідження стабільності фаз і фазових перетворень у багатокомпонентних системах на основі 3d- і 4d-металів, термодинаміки сплавів подвійних і потрійних систем, утворених алюмінієм (оловом) з важкими РЗМ, та фізичних і фізико-механічних властивостей сплавів як фізико-хімічних засад розробки функціональних матеріалів з особливими властивостями та матеріалів для імплантів» (2019–2021рр. № 0119U100778, 2019–2021), «Діаграми стану та термодинаміка сплавів багатокомпонентних систем на основі перехідних металів IV групи (титану, цирконію, гафнію), металів VIII групи та рідкісноземельних елементів як науковий базис розробки дизайну нових конструкційних сплавів та функціональних матеріалів з особливими властивостями та матеріалів для ядерної енергетики» (2022–2024рр. № 0122U000437, 2022–2024).

Мета роботи полягає у встановленні термохімічних властивостей розплавів бінарних систем Bi-La (Ce, Pr, Eu, Tm), Pb-(Eu, Yb), Eu-Ge та потрійних систем Bi-Cu-Eu та Al-Eu-Ge в інтервалі температур 1200 – 1400 К; розрахунку термодинамічних характеристик за моделями IAP (для розплавів бінарних систем), «геометричними» і «аналітичною» (для розплавів трикомпонентних систем Bi-Cu-Eu та Al-Eu-Ge) із аналогічних даних для граничних систем.

Для досягнення поставленої мети були виконані наступні завдання:

1. Методом калориметрії досліджено парціальні для компонентів та інтегральні ентальпії змішування розплавів двокомпонентних систем: Bi-(La, Ce, Pr, Eu, Tm), Pb-(Eu-Yb), Eu-Ge) в інтервалі температур 1200 – 1400 К.
2. Розраховано термодинамічні властивості розплавів подвійних систем: Bi-Eu(Tm), Pb-Eu(Yb), Eu-Ge та координати кривих ліквідуса їх діаграм стану в рамках моделі IAP в широкому інтервалі концентрацій і температур.
3. Прогнозовано ентальпії змішування розплавів систем Bi-Cu-Eu та Al-Eu-Ge в усьому інтервалі концентрацій з використанням власних результатів та критично проаналізованих літературних термодинамічних даних для розплавів обмежуючих бінарних систем за «геометричними» і «аналітичною» моделлю Редліха-Кістера-Муджіану.
4. Побудовано залежності ентальпій утворення і $T_{пл}$ найбільш тугоплавких сполук, ΔH_{min} розплавів, а також різниць мольних об'ємів і електронегативностей компонентів подвійних систем Bi(Sb, Ge, Pb)-Ln від порядкового номера Ln. Показано, якими факторами обумовлені фізико-хімічні властивості сполук і розплавів бінарних систем Bi(Sb, Ge, Pb)-Ln, а також прогнозовано ці параметри для не досліджених систем.
5. Співставлено залежності термохімічних властивостей різних фаз бінарних систем Bi(Sb, Ge, Pb)-Ln від порядкового номера Ln і показано, в якій послідовності змінюються енергії взаємодії між різнойменними атомами у розплавах розглянутих систем.
6. Представлено перші парціальні ентальпії змішування лантаноїдів в розплавах систем Bi-Ln в залежності від порядкового номера Ln, уточнено і прогнозовано ці параметри для деяких Ln.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше методом калориметрії виміряні парціальні та інтегральні ентальпії змішування розплавів подвійних систем Bi-La(Ce, Pr), Bi-Eu, Bi-Tm, Pb-Eu, Eu-Ge та потрійних систем Bi-Cu-Eu, Al-Eu-Ge в температурному інтервалі 1100–1400 К, в широкій області складів.
2. Для розширення інформації про енергії міжатомної взаємодії у вивчених розплавах, за відомими моделями (IAP, «геометричними», Редліха-Кістера-Муджіану) розраховані термодинамічні властивості розплавів вивчених подвійних і потрійних систем в широкій області складів.
3. Із власних (експериментальних) і літературних термохімічних властивостей

розплавів і сполук систем встановлено, що їх енергія міжатомної взаємодії обумовлена розмірним фактором.

4. Уточнена діаграма стану системи Eu-Ge буде використана для досліджень подібних і більш складних систем.

Достовірність і обґрунтованість результатів, положень та висновків забезпечується використанням сучасних експериментальних методів досліджень (калориметрія), достатньою кількістю зразків та узгодженням встановлених експериментальних даних з літературними.

Особистий внесок здобувача. Постановка задачі, обговорення та остаточний аналіз результатів проводились спільно з науковим керівником д.х.н., профессором Судавцовою В.С. Аналіз літературних даних з вивченої проблеми проводився здобувачем особисто. У наукових працях, що опубліковані за результатами дисертаційної роботи, автором самостійно проведено літературно-патентний пошук, обґрунтування методів дослідження, аналіз експериментальних результатів підготовку матеріалів до публікування. Високотемпературний калориметричний експеримент проводився спільно з к.х.н., с.н.с. Подопрігорою Н.В. та к.х.н., с.н.с. Івановим М. І. Обробку експериментальних даних автор проводив спільно з к.х.н., с.н.с. Романовою Л.О. А розрахунок координат ліній ліквідуса ДСС із з с.н.с. Шевченком М.О.

За темою дисертації опубліковані наступні роботи:

1. В.С. Судацова, В.А. Шевчук, Л.О. Романова, М.І. Іванов, Термодинамічні властивості розплавів системи Bi-Eu / *Успіхи матеріалознавства* – 2021.–№3.– ст.90 – 100. <https://doi.org/10.15407/materials2021.02.090>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Іванов М.І. – обробка результатів досліджень підготовка зразків для дослідження.

2. В.С. Судацова, В.А. Шевчук, В.Г. Кудін, М.І. Іванов, Термодинамічні властивості і фазові рівноваги в сплавах системи Bi-Tm/ *Успіхи матеріалознавства.*–2022.–№3.–ст.93–101. <https://doi.org/10.15407/materials2021.03.093>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду; Іванов М.І. – обробка результатів досліджень підготовка зразків для дослідження.

3. В.С. Судацова, Л.О. Романова, В.Г. Кудін, В.А. Шевчук, М.О. Шевченко, Термодинамічні властивості і фазові рівноваги в сплавах системи Eu-Pb/ *Успіхи матеріалознавства.*– 2023.– №4/5.– ст. 74 – 86. <https://doi.org/10.15407/materials2022.04-05.074>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті, Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду;

Шевченко М.О. – обробка результатів досліджень та проведення літературного огляду;

4. В.А. Шевчук, В.Г. Кудін, Л.О. Романова, М.І. Іванов, В.С. Судацова, Дослідження і моделювання термодинамічних властивостей розплавів систем Bi-Cu-Eu і Cu-Eu/ *Успіхи матеріалознавства.*–2023.–№6.–ст.99–114. <https://doi.org/10.15407/materials2023.06.099>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень; підготовка рукопису статті; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Іванов М.І. – обробка результатів досліджень підготовка зразків для дослідження; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті.

5. В.С. Судацова, Л.О. Романова, В.Г. Кудін, В.А. Шевчук, М.О. Шевченко, Термодинамічні властивості фазові рівноваги в сплавах системи Pb–Yb/ *Український журнал природничих наук.* – 2023. – №6. – ст.60–97.
<https://doi.org/10.32782/naturaljournal.5.2023.10>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Шевченко М. О. – обробка результатів досліджень та проведення літературного огляду; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду;

6. V.A Shevchuk, L.O. Romanova, V.G. Kudin et al. Thermodynamic Properties of Melts in the Eu–Ge System. *Powder Metall Met Geram*, vol.62, p.481–489(2023).
<https://doi.org/10.1007/s11106-024-00409-5>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду; Шевченко М.О. – обробка результатів досліджень та проведення літературного огляду; Судацова В. С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті.

7. В.А. Шевчук, В.Г. Кудін, Л.О. Романова, В.С. Судацова Термодинамічні властивості розплавів систем Eu–Ge та Al–Eu–Ge/ *Вісник ОНУ.*–2023.– т.28 №3(86).– ст.81–94. <https://doi.org/10.1007/s11106-024-00409-5>

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті.

8. В.А. Шевчук, В.Г. Кудін, Л.О. Романова, Н.В. Подопрігора, В.С. Судацова, Термодинамічні властивості і фазові рівноваги в сплавах системи Bi–La / *Вісник Одеського національного університету. Серія: Хімія.*– 2024.– т.29 вип 2(88).–ст.117 – 128
[https://doi.org/10.18524/2304-0947.2024.2\(88\).322136](https://doi.org/10.18524/2304-0947.2024.2(88).322136)

Особистий внесок співавторів: Шевчук В.А. – підготовка та проведення експерименту, обробка результатів досліджень, підготовка рукопису статті; Судацова В.С. – узагальнення отриманих результатів, підготовка рукопису статті; Романова Л.О. – обробка результатів досліджень; Подопрігора Н.В. – підготовка зразків для калориметричних досліджень, калориметричні дослідження; Кудін В.Г. – проведення літературного огляду.

Список публікацій, що засвідчують апробацію дисертації на наукових конференціях:

1. В.С. Судацова, В.А. Шевчук, Н.В. Подопрігора, М.О. Іванов Термодинамічні властивості сплавів подвійних систем Pb–Eu(Yb) // VII Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали та обладнання в ливарному виробництві», Україна, 5–7 жовтня 2021, Краматорск: :с.120–121.

2. V.Sudavtsova, V. Shevchuk, L. Romanova, M. Ivanov. Thermodynamic Properties of Bi–Tm Melts // Book of Abstracts. 7th International Materials Science Conference HighMatTech–2021, October 5 – 7, 2021 Kyiv, Ukraine – P. 56.

3. Л.О. Романова, В.А. Шевчук, В.С. Судацова, В.Г. Кудін . Термодинамічні властивості і фазові рівноваги у сплавах систем Eu–Ge і Al–Eu–Ge // IX Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні технології, матеріали та обладнання в ливарному виробництві», матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції Україна, 25 – 27 вересня 2023, Краматорск: Україна, – С.95.

4. V. Shevchuk, V. Kudin, N. Podoprighora, V. Sudavtsova. Thermodynamic Properties of melts Bi–Pr system. // 8th International Materials Science Conference HighMatTech –2023, October 5 – 7, 2023 Kyiv, Ukraine – P. 56.

5. V.A. Shevcuk, L.O. Romanova, V.G. Kudin, V. S. Sudavtsova Thermodynamic properties and phase equilibria in alloys of Eu-Ge and Ge-REM system // IMC-XV International Conference on Crystal Chemistry of Intermetallic Compounds September 25-27, 2023, С. 113.

6. V. Shevchuk, V. Sudavtsova, N. Podoprygora, V. Kudin, L. Romanova Thermodynamic properties of melts of the Bi-La system "Materials science of refractory compounds" (MSRC-2024) May 27-30, 2024 Kyiv, Ukraine. P. 115

Наукова зрілість здобувача: Шевчук Володимир Анатолійович закінчив у 1997 році Київський університет ім. Тараса Шевченка за спеціальністю "хімія", "органічна хімія". В 2019 році вступив до аспірантури ІПМ НАНУ. З перших днів роботи в інституті, наукові інтереси Володимира стосувалися дослідження термодинамічних властивостей розплавів подвійних та потрійних сплавів бісмуту, плюмбуму або германію з лантаноїдами. Під час роботи Володимир Шевчук зарекомендував себе як самостійний, сумлінний та відповідальний дослідник, з хорошою підготовкою в області прикладних наук, а особливо в галузі хімії.

ПОСТАНОВА СЕКЦІЇ:

У результаті обговорення дисертаційної роботи і висновків рецензентів засідання встановило:

1. У дисертаційній роботі Шевчука Володимира Анатолійовича проведено дослідження термодинамічних властивостей розплавів подвійних та потрійних сплавів бісмуту, плюмбуму або германію з лантаноїдами, що є довідниковими даними для подальшого використання в розробці матеріалів з прогнозованими властивостями. Дисертація є **закінченою науково-дослідною роботою**, яка за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми ІПМ НАН України за спеціальністю 102 Хімія.
2. **Робота рекомендується до захисту** на спеціалізованій Вченій раді при Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 102 Хімія.
3. Рекомендувати Вченій раді Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України затвердити склад разової спеціалізованої вченої ради:
Голова ради: *Красовський Віталій Петрович*, доктор хімічних наук, завідувач лабораторії контактних явищ та паяння неметалевих матеріалів відділу фізико-хімії технології тугоплавких сплавів Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М. Францевича Національної академії наук України.
Рецензенти:
Бондар Анатолій Адольфович, доктор хімічних наук, головний науковий співробітник відділу фізичної хімії неорганічних матеріалів Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М. Францевича Національної академії наук України.
Корнієнко Оксана Анатоліївна, доктор хімічних наук, завідувач відділу функціональної кераміки на основі рідкісних земель Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М. Францевича Національної академії наук України.
Офіційні опоненти:

Агравал Павло Гянович, доктор хімічних наук, завідувач кафедри технології і обладнання Донбаської державної машинобудівної академії.

Роїк Олександр Сергійович, доктор хімічних наук, професор кафедри фізичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

**Голова секції Вченої ради,
академік НАН України**

**Секретар секції Вченої ради,
канд. фіз.-мат. наук**



Андрій РАГУЛЯ

Ірина КОНДАКОВА