

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Фізико-механічного інституту

ім. Г.В. Карпенка НАН України

академік НАН України



Назарчук З.Т.

05 2026 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 2 засідання розширеного наукового семінару відділу водневих технологій та матеріалів альтернативної енергетики (№ 7) Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України від 08.05. 2026 року

ПРИСУТНІ: д.х.н., проф., акад. НАН України, зав. відділу № 7 І.Ю. Завалій, к.т.н., заступник зав. відділу № 7 Т.М. Засадний, к.х.н., ст.н.с. Ю.В. Вербовицький, д.х.н., ст.н.с. А.Р. Киця, к.х.н., ст.н.с. Л.І. Базиляк, к.х.н., ст.н.с. В.В. Березовець, к.т.н., ст.н.с. В.Я. Подгурська (керівниця семінару), к.х.н., н.с. І.Є. Марчук, н.с., PhD О.П. Кононюк, м.н.с, PhD Х.І. Влад, зав. відділу №6, д.т.н., с.н.с. С.А. Корній, пров. н. с., д.т.н., проф., чл.-кор. НАН України М.С. Хома, пров. н. с., д.т.н., проф. О.З. Студент пров. н. с., д.т.н., ст. досл. Г.В. Кречковська, пров. н. с., д.т.н. О.Т. Цирульник, пров. н. с., д.т.н., проф. М.М. Студент, д.т.н., ст. досл. В.С. Труш, зав. лаб. д.т.н., ст. досл. В.М. Гвоздецький, к.т.н., н.с. В.О. Колесніков, та інші.

СЛУХАЛИ:

1. **Наукову доповідь** аспіранта Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України Оприска Володимира Олександровича за матеріалами дисертації «Синтез, структура та електрохімічні воденьсорбційні властивості сплавів AB_2 і AB_3 у системах $\{La, Pr, Nd, Y\}$ – (Mg) – $\{Ni, Co, Mn\}$ », поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 132 Матеріалознавство.

Тему дисертаційної роботи «Синтез, структура та електрохімічні воденьсорбційні властивості сплавів AB_2 і AB_3 у системах $\{La, Pr, Nd, Y\}$ – (Mg) – $\{Ni, Co, Mn\}$ » затверджено на засіданні Вченої ради Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України (протокол № ___ від ___ 2026 року).

Науковим керівником затверджено д.х.н., проф., акад. НАН України І.Ю. Завалія.

2. Запитання до здобувача.

Запитання та зауваження по темі дисертації ставили: пров. н. с., д.т.н., проф., чл.-кор. НАН України М.С. Хома, пров. н. с., д.т.н., проф. О.З. Студент, пров. н. с., д.т.н. О.Т. Цирульник, пров. н. с., д.т.н., проф. М.М. Студент, д.т.н., ст. досл. В.С. Труш, зав. лаб. д.т.н., ст. досл. В.М. Гвоздецький, на які В.О. Оприск дав чіткі та обґрунтовані відповіді, що свідчить про його високий фаховий рівень та глибоке знання предмету досліджень і самостійність виконання наукової роботи.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.х.н., проф., акад. НАН України, зав. відділу № 7 І.Ю. Завалій, к.т.н., к.х.н., ст.н.с. А.Р. Киця, к.т.н., ст.н.с. В.Я. Подгурська (керівниця семінару), м.н.с, PhD Х.І. Влад, зав. відділу №6, д.т.н., с.н.с. С.А. Корній, пров. н. с., д.т.н., проф., чл.-кор. НАН України М.С. Хома, пров. н. с., д.т.н., проф. О.З. Студент, пров. н. с., д.т.н., проф. М.М. Студент, д.т.н., ст. досл. Труш В.С, які позитивно оцінили проведені автором дослідження, підкреслили актуальність роботи, її новизну та практичну цінність.

УХВАЛИЛИ:

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації аспіранта Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України **Оприска Володимира Олександровича** на тему «Синтез, структура та електрохімічні воденьсорбційні властивості сплавів AB_2 і AB_3 у системах $\{La, Pr, Nd, Y\}$ – (Mg) – $\{Ni, Co, Mn\}$ », поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

1. Актуальність теми. Сучасні виклики енергетики – зростання споживання, вичерпність викопних ресурсів і необхідність скорочення вуглецевих викидів – зумовлюють нагальну потребу у розвитку відновлюваних технологій зберігання та трансформації енергії. Водень як енергоносіє характеризується питомою теплотою згоряння (~142 МДж/кг), що утричі перевищує показник вуглеводневих палив, а єдиним продуктом його окиснення є вода. Металогідридні матеріали – зокрема інтерметалічні сполуки (ІМС) типу AB_2 та AB_3 – є перспективними для оборотного акумулювання водню та як матеріали негативних електродів нікель-металогідридних (Ni-MH) акумуляторів із питомою енергоємністю до 100–120 Вт·год/кг і ресурсом понад 1000 циклів. Актуальним залишається пошук ІМС з оптимальним поєднанням ємності та циклічної стабільності, а також вивчення впливу нанорозмірних добавок перехідних металів (Ni, Co, Fe, Pd) на воденьсорбційні та електрохімічні властивості гідридних композитів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано у відділі № 7 «Водневих технологій та матеріалів альтернативної енергетики» Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України та є складовою низки науково-дослідних тем. Результати досліджень отримано в рамках виконання тем: «Розроблення матеріалів для альтернативної енергетики за використання водневих технологій та з урахуванням впливу робочих середовищ» (№ 0121U108956); «Розроблення нових функціональних матеріалів для потреб водневої енергетики» (№ 0120U104880); «Розроблення ефективних наноструктурованих матеріалів на основі Mg, Ti та Ni для зберігання та генерації водню в пристроях провідної енергетики» (№ 0125U001328, 2025–2026 рр.). Роботу також виконано в рамках держбюджетної теми МОН України (№ 0125U000767) у співпраці з хімічним факультетом Львівського національного університету імені Івана Франка. Частина досліджень проведена у Галле-Віттенберзькому університеті ім. Мартіна Лютера (м. Галле, Німеччина) у рамках міжнародної стипендіальної програми «ERA Fellowship – Green Hydrogen» (грант № 57721397, 01.11.2024–31.01.2025).

3. Наукова новизна. Вперше встановлено закономірності впливу елементного складу та ізоморфних заміщень на формування фаз Лавеса AB_2 і надструктурних фаз AB_3 у системах {La, Pr, Nd, Y}–(Mg)–{Ni, Co, Mn}, визначено межі гомогенності твердих розчинів та кристалохімічні чинники переходу β - та γ -гідридних фаз у Mg-вмісних інтерметалідах. Виявлено вплив ітрію на високошвидкісні розрядні характеристики (HRD) сплавів AB_3

та встановлено «електрохімічне вікно» об'ємів елементарної комірки ($522\text{--}535 \text{ \AA}^3$), при якому досягаються максимальні розрядні ємності; для складу $\text{PrY}_2\text{Ni}_8\text{Mn}$ отримано $370 \text{ mA}\cdot\text{год/г}$ – один із найвищих показників у цьому класі. Вперше синтезовано та досліджено сплави систем AB_3 з мультелементним заміщенням ($A = \text{La, Pr, Nd, Y, Mg}$; $B = \text{Ni, Co}$), встановлено вплив заміщень Ni/Co та La/Y на їх фазовий склад та електрохімічну активність. Показано синергетичний ефект нанорозмірних добавок провідно-каталітичної природи (Ni-Pd , Ni-Fe) у гідридних композитах, що суттєво підвищує розрядну ємність та кінетику гідрування.

4. Практичне значення. Встановлені кореляції між елементними заміщеннями (R/Y , Ni/Co , Ni/Mn), фазовим складом і функціональними характеристиками (розрядна ємність, циклічна стійкість, HRD) формують наукову основу для цілеспрямованого проектування електродних матеріалів Ni-MH акумуляторів. Виявлений оптимальний інтервал об'ємів елементарної комірки для фаз AB_3 ($522\text{--}535 \text{ \AA}^3$) слугує практичним критерієм швидкого скринінгу нових складів. Нанопорошки перехідних металів (Ni-Pd , Ni-Fe) як провідно-каталітичні добавки підвищують розрядну ємність і можуть застосовуватися при розробці композитних анодних матеріалів для портативної та автомобільної енергетики. Отримані дифрактограми поповнили базу даних ICDD, що сприятиме ідентифікації фаз у суміжних матеріалознавчих дослідженнях. Результати роботи можуть використовуватися в навчальному процесі та аспірантурі Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України.

5. Відповідність вимогам щодо обсягу та оформлення дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, основних розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг рукопису становить 172 сторінки, з яких основна частина – 126 сторінок; робота містить 45 рисунків. Основні наукові результати викладено у 15 наукових працях: 6 статей опубліковано у фахових виданнях (5 – у зарубіжних журналах, що індексуються в Scopus та/або Web of Science), 9 публікацій – у матеріалах міжнародних та вітчизняних конференцій. За структурою, обсягом та оформленням дисертація відповідає вимогам пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), та відповідає напряму наукового дослідження освітньо-наукової програми Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України зі спеціальності 132 – Матеріалознавство.

6. Особиста участь автора в отриманні наукових та практичних результатів, викладених в дисертаційній роботі. Дисертаційна робота виконана у відділі № 7 «Водневих технологій та матеріалів альтернативної енергетики» Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, науковий керівник – доктор хімічних наук, професор, акад. НАН України, завідувач відділу Ігор Юліянович Завалій. Уся основна частина наукових досліджень, включно з опрацюванням літератури, синтезом зразків, проведенням рентгенофазового та рентгеноструктурного аналізів, гідруванням сплавів, тестуванням матеріалів як електродів для Ni-MH хімічних джерел струму та іншими електрохімічними дослідженнями, здійснена дисертантом самостійно за консультацій з науковим керівником, за винятком окремих випадків, зазначених нижче. Адаптацію методики синтезу методом спікання порошків виконано спільно з к.х.н. Штендером В.В. та к.х.н., с.н.с. Вербовицьким Ю.В. Синтез нанопорошків проведено спільно з д.х.н., с.н.с. Кицею А.Р. Рентгенівські дифракційні дані отримано спільно з к.т.н., доц. Лютим П.Я.; рентгенофазовий та рентгеноструктурний аналіз окремих зразків виконано за консультацій з к.х.н., с.н.с. Вербовицьким Ю.В. SEM- та EDX-аналіз виконано спільно зі с.н.с. Винарем В.А. та Чекайлом М. Газофазне гідрування виконано спільно з к.х.н., с.н.с. Березовцем В.В. Хроноамперометричні дослідження та циклічну вольтамперометрію виконано спільно з PhD, м.н.с. Влад Х.І. Частина досліджень проведено у Галле-Віттенберзькому університеті ім. Мартіна Лютера (м. Галле, Німеччина), зокрема рентгенівську фотоелектронну спектроскопію, рентгенівську дифракцію для нанопорошків та електрохімічну імпедансну спектроскопію, за допомоги техніка Айка Кословскі та спільно з аспірантами Ніко Реммлером і Сімоном-Йоханнесом Кінкеліном під керівництвом проф. Міхаеля Броня.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача. За результатами досліджень опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 6 статей у наукових виданнях (5 – у зарубіжних журналах, що індексуються в Scopus та/або Web of Science) та 9 тез і матеріалів конференцій.

1. Verbovitskyu, Y., **Oprysk, V.**, Zavaliy, I., Vlad, K., Berezovets, V. And Kosarchyn, Y., 2024. The impact of La/Y and Ni/Co substitutions on the gas-phase and electrochemical hydrogenation properties of the $\text{La}_{3-x}\text{Mg}_x\text{Ni}_9$ alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 977, p.173247. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.173247>.

2. Verbovytskyy, Y., **Oprysk, V.**, Dubov, Y. and Zavaliy, I., 2022. Electrochemical hydrogenation properties of Nd_2MgT_9 ($T = 3d$ -metals) multi-phase alloys. *Chemistry of Metals and Alloys*, 15(1/2), pp.26-33. <https://doi.org/10.30970/cma15.0426>.
3. Verbovytskyy, Y., **Oprysk, V.**, Lyutyty, P. and Zavaliy, I., 2022. Electrochemical Hydrogenation Properties of New YNi_3 and YNi_4 Based Alloys. *Solid State Phenomena*, 331, pp.25-30. <https://doi.org/10.4028/p-c9wr6y>.
4. Verbovytskyy, Y.V., **Oprysk, V.O.**, Shtender, V.V. and Zavaliy, I.Yu., 2021. Hydrogen Sorption Properties of Materials Based on Alloys and Compounds with High Contents of Magnesium. *Materials Science*, 57(3). <https://doi.org/10.1007/s11003-021-00551-0>.
5. Verbovytskyy, Y., **Oprysk, V.**, Paul-Boncour, V., Zavaliy, I., Berezovets, V., Lyutyty, P. and Kosarchyn, Y., 2021. Solid gas and electrochemical hydrogenation of the selected alloys $(R', R'')_{2-x}\text{Mg}_x\text{Ni}_{4-y}\text{Co}_y$ ($R', R'' = \text{Pr, Nd}$; $x = 0.8-1.2$; $y = 0-2$). *Journal of Alloys and Compounds*, 876, p.160155. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160155>.
6. **Oprysk, V.O.**, Verbovytskyy, Yu.V., Shtender, V.V., Lyutyty, P.Ya. and Zavaliy, I.Yu., 2018. The $\text{Pr}_{1-x}\text{La}_x\text{MgNi}_{4-y}\text{Co}_y$ alloys: Synthesis, structure and hydrogenation properties. *Solid State Sciences*, 84, pp.112–119. <https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2018.08.009>.

Тези та матеріали міжнародних і вітчизняних конференцій:

1. **Oprysk, V.** and Verbovytskyy, Y., 2025. Structural and Electrochemical Hydrogenation Characteristics of Y-Containing $\text{RNi}_{3-x}\text{Mn}_x$ ($R = \text{Y}$ and lanthanides; $x = 0 \dots 2$) Alloys. *International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering*, Lviv, Ukraine, 24-26 September 2025, pp.72-73.
2. **Oprysk, V.**, Vlad, K., Kinkelin, S.-J., Kytsya, A., Remmler, N., Verbovytskyy, Y., Bron, M. and Zavaliy, I., 2025. Comparison of Electrochemical Hydrogenation Properties of $\text{Ni}_{90}\text{Pd}_{10}$ Nanopowders Prepared by

9. **Оприск, В.О., Штендер, В.В. та Вербовицький, Ю.В., 2017.** Гідрування сплавів $\text{Pr}_{1-x}\text{La}_x\text{MgNi}_{4-y}\text{Co}_y$ ($x = 0; 0,5; y = 0,5 \dots 3$). *XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів, Україна, 27-29 вересня 2017, С.162-165.*

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Оприска Володимира Олександровича «Синтез, структура та електрохімічні воденьсорбційні властивості сплавів AB_2 і AB_3 у системах $\{\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Y}\}-(\text{Mg})-\{\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}\}$ », подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), та відповідає напряму наукового дослідження освітньо-наукової програми Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України зі спеціальності 132 – Матеріалознавство.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Синтез, структура та електрохімічні воденьсорбційні властивості сплавів AB_2 і AB_3 у системах $\{\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Y}\}-(\text{Mg})-\{\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}\}$ », подану Оприском Володимиром Олександровичем на здобуття ступеня доктора філософії, до захисту.

2. Головою спеціалізованої разової вченої ради призначити:

- Сергія Андрійовича Корнія – доктора технічних наук, професора, завідувача відділу № 6 корозії та протикорозійного захисту Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України.

Рецензентом призначити:

- Олександра Івановича Балицького – доктора технічних наук, професора, провідного наукового співробітника Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України;

Опонентами призначити:

- Григорія Степановича Дмитріва – доктора хімічних наук, професора, декана хімічного факультету Львівського національного університету ім. Івана Франка;
- Олександра Дмитровича Золотаренка – кандидата хімічних наук, старшого наукового співробітника відділу фізики і хімії поверхні наносистем Інституту хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України;
- Оксану Зіновіївну Галій – кандидата хімічних наук, старшого наукового співробітника відділу № 58 структурної хімії твердого тіла Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України.

Головуюча на засіданні,
к.т.н., ст.н.с.

Вікторія ПОДГУРСЬКА

Вчений секретар
Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України,
к.т.н., ст.н.с.



Валентина КОРНІЙ