Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Image not found or type unknow

Державний обліковий номер: 0826U003009

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 01-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ЛНУ ім. Івана Франка № 961 від 30.07.2026 р.

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хамар Олег Орестович
2. Oleh O. Khamar

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0004-0146-1340

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 102

Назва наукової спеціальності: Хімія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімія

Дата захисту: 06-07-2026

Спеціальність за освітою: Хімія

Місце роботи здобувача: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 13878

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 31.25.19.05, 31.15.28, 31.15.30

Тема дисертації:

1. Електропровідні композити поліаніліну та аніонних поліелектролітів.

2. Electrically Conductive Composites of Polyaniline and Anionic Polyelectrolytes.

Реферат/анотація:

1. У дисертаційній роботі досліджено фізико-хімічні особливості гнучких електропровідних композиційних матеріалів на основі поліаніліну (ПАНІ) та аніонних поліелектролітів, уточнено фундаментальний зв'язок між їхніми характеристиками, масовим співвідношенням компонентів, молекулярною архітектурою, методами синтезу та способом формування. З'ясовано: специфіку впливу конформаційного стану макромолекул полімерних матриць (ПМАК, ПВС, ПММА) та ПАНІ на геометричні й термодинамічні параметри систем, розраховані за допомогою квантово-хімічного моделювання; аспект енергетичної детермінованості стабілізації ПАНІ, де найбільш вигідною визначено конформацію стиснутої спіралі, яка у більш видовжених положеннях потребує додаткових стабілізуючих полімерів; характер міжмолекулярної взаємодії у композитах, що виявляється через формування водневих і Ван-дер-Ваальсових зв'язків між функціональними групами матриці та атомами нітрогену ПАНІ; залежність структурно-морфологічної організації та електронного (поляронного) стану ланцюгів ПАНІ від методу отримання (хімічна окиснювальна, міжфазна чи електрохімічна полімеризація), що підтверджено методами Фур'є-, УФ-Вид-БІД

спектроскопії та рентгенівської дифракції; природу синергетичного ефекту в системах ПАНІ–ПМАК та ПАНІ–ПВС, який забезпечує зростання питомої електропровідності композитів при рівному масовому співвідношенні компонентів на 1–2 порядки порівняно з індивідуальним ПАНІ; особливості термічної деструкції композитів, де наявність ПМАК та ПММА зміщує межу десорбції допанту до вищих температур (~260 °C), тоді як матриця ПВС знижує термостабільність системи до 190 °C. Продемонстровано дію матричного ефекту, способу полімеризації та умов міжфазної взаємодії на формування стабільних перколяційних шляхів провідності й кінцеву морфологію (від гнучких фібрилярних мереж до компактних гранулярних нанодоменів) композиційних плівок та порошків. Це реалізовано виконанням головних завдань дисертаційної роботи: обґрунтовано актуальність створення та практичного впровадження гнучких електропровідних композитів на основі ПАНІ; проаналізовано й систематизовано провідні наукові підходи до синтезу ПАНІ, природу його провідності та характеристики матричних полімерів (ПМАК, ПВС, ПММА); охарактеризовано стабільні конформаційні положення та термодинамічні параметри індивідуальних макромолекул і композитів ПАНІ–ПМАК, ПАНІ–ПВС, ПАНІ–ПММА за допомогою теоретичного моделювання; визначено ефективність міжфазного, механохімічного та електрохімічного методів сумісного синтезу для забезпечення гомогенності й рівномірності включення ПАНІ у діелектричні матриці; обґрунтовано суть впливу слабкої термодинамічної спорідненості у системі ПАНІ–ПММА на збереження ознак часткової кристалічності через переважання сил Ван-дер-Ваальса; окреслено межі конформаційних змін і ступеня делокалізації поляронних станів у ланцюгах ПАНІ залежно від наявності протяжного плато поглинання або спаду оптичної густини в ближній ІЧ-області; виокремлено внутрішні закономірності напівпровідникового переносу заряду та екстремальний характер концентраційної залежності електропровідності отриманих систем; проаналізовано процес морфологічної еволюції композитів за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) та встановлено її кореляцію з оптичними й електричними властивостями матеріалів; обґрунтовано технологічну гнучкість та універсальність методу міжфазного синтезу для експрес-одержання і прецизійного регулювання характеристик провідних покриттів безпосередньо на цільових поверхнях (скло, метал, полімери).

2. The dissertation investigates the physicochemical properties of flexible conductive composite materials based on polyaniline (PANI) and anionic polyelectrolytes, and clarifies the fundamental relationship between their characteristics, component mass ratios, molecular architecture, synthesis methods, and processing techniques. It has been established: the specific influence of the conformational state of polymer matrix macromolecules (PMAA, PVA, PMMA) and PANI on the geometric and thermodynamic parameters of the systems, calculated using quantum-chemical modeling; the aspect of energetic determinism in PANI stabilization, wherein the compact helix conformation is determined to be the most energetically favorable, whereas more extended configurations require additional stabilizing polymers; the nature of intermolecular interactions in the composites, manifested through the formation of hydrogen and van der Waals bonds between the functional groups of the matrix and the nitrogen atoms of PANI; the dependence of the structural-morphological organization and electronic (polaron) state of PANI chains on the preparation method (chemical oxidative, interfacial, or electrochemical polymerization), confirmed by FTIR, UV-Vis-NIR spectroscopy, and X-ray diffraction (XRD); the nature of the synergistic effect in PANI–PMAA and PANI–PVA systems, which provides an increase in the specific electrical conductivity of the composites by 1–2 orders of magnitude at an equal mass ratio of the components compared to individual PANI; the specifics of thermal degradation of the composites, where the presence of PMAA and PMMA shifts the dopant desorption threshold to higher temperatures (~260 °C), whereas the PVA matrix reduces the thermal stability of the system to 190 °C. The matrix effect, the polymerization method, and the conditions of interfacial interaction have been demonstrated to influence the formation of stable percolation conduction pathways and the final morphology (ranging from flexible fibrillar networks to compact granular nanodomains) of composite films and powders. This was achieved by fulfilling the primary objectives of the dissertation: substantiating the relevance of developing and practically implementing flexible conductive composites based on PANI; analyzing and systematizing the leading scientific approaches to PANI synthesis, the nature of its conductivity, and the characteristics of the matrix polymers (PMAA, PVA, PMMA); characterizing the stable conformational states and

thermodynamic parameters of individual macromolecules and PANI–PMAA, PANI–PVA, and PANI–PMMA composites using theoretical modeling; determining the efficiency of interfacial, mechanochemical, and electrochemical methods of co-synthesis to ensure the homogeneity and uniformity of PANI integration into dielectric matrices; substantiating the core impact of poor thermodynamic compatibility in the PANI–PMMA system on the preservation of partial crystallinity features due to the dominance of van der Waals forces; outlining the boundaries of conformational changes and the degree of polaron state delocalization in PANI chains based on the presence of an extended absorption plateau or a decrease in optical density in the near-IR region; identifying the internal regularities of semiconducting charge transfer and the extreme nature of the concentration dependence of electrical conductivity in the resulting systems; analyzing the process of morphological evolution of the composites using scanning electron microscopy (SEM) and establishing its correlation with the optical and electrical properties of the materials; substantiating the technological flexibility and universality of the interfacial synthesis method for the rapid preparation and precise regulation of the characteristics of conductive coatings directly on target surfaces (glass, metal, polymers).

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Нові речовини і матеріали

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. O. O. Khamar, V. S. Dutka, Y. P. Kovalskyi, and M. M. Yatsyshyn, “Electrical conductivity and thermal stability of polyaniline and water-soluble polymer nanocomposites,” Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 768, no. 10, 2024, pp. 269–275, 2024, doi: 10.1080/15421406.2024.2348287.
- 2. V. S. Dutka, Y. P. Kovalskyi, O. O. Khamar, and H. M. Halechko, “Nanocomposites of polyaniline and polymethacrylic acid,” Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 767, no. 1, pp. 79–85, 2023, doi: 10.1080/15421406.2023.2228595.
- 3. O. Khamar, V. Dutka, and Y. Kovalskyi, “Formation of polymers in the presence of dispersed mineral phase,” Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 768, no. 9, pp. 222–228, 2024, doi: 10.1080/15421406.2024.2348202.
- 4. V. Dutka, Y. Kovalskyi, V. Kachmarik, O. Khamar, and H. Halechko, “Intermolecular interaction between macromolecules of polymethacrylic acid and polyaniline in a polymer composite,” Visnyk of the Lviv University. Series Chemistry, no. 63, pp. 308–313, 2022, doi: 10.30970/vch.6301.308.
- 5. V. Dutka, O. Khamar, H. Halechko, and Y. Kovalskyi, “Heat resistance and electrical conductivity of polyaniline and polymethacrylic acid composites,” Visnyk of the Lviv University. Series Chemistry, no. 64, pp. 282–289, 2023, doi: 10.30970/vch.6401.282.
- 6. V. Dutka, O. Khamar, Y. Kovalskyi, and M. Yatsyshyn, “Electrical conductivity and heat resistance of polyaniline and polyvinyl alcohol composites,” Visnyk of the Lviv University. Series Chemistry, no. 65, pp. 301–307, 2024, doi: 10.30970/vch.6501.301.
- 7. V. S. Dutka, Ya. P. Kovalskyi, V. V. Kachmaryk, and O. O. Khamar, “Квантово-хімічні розрахунки при дослідженні полімер – полімерних композитів,” in Збірник наукових праць. XVIII Наукова конференція “Львівські хімічні читання – 2021”, присвячена 360-річчю Львівського університету, Lviv, Ukraine, May 31–June 2, 2021, p. Ф.5.
- 8. O. O. Khamar, V. S. Dutka, and Ya. P. Kovalskyi, “Polymeric composites on polymethacrylic acid and polyaniline,” in IV International (XIV Ukrainian) Scientific Conference for Students and Young Scientists “Current Chemical Problems,” Abstract Book, Vinnytsia, Ukraine, Mar. 23–25, 2021, p. 120, ISSN print 2708-0536, ISSN online 2708-0544.

- 9. V. Kachmaryk, O. Khamar, V. Dutka, and Ya. Kovalskyi, “Physic-chemical properties of polymer–polymer composites and quantum-chemical calculation of intermolecular interaction,” in Proc. 2021 IEEE 11th Int. Conf. “Nanomaterials: Applications and Properties” (NAP-2021), Odesa, Ukraine, Sept. 5–11, 2021, Paper ID 3615, eP-w 14, p. NSS-A-06.
- 10. V. S. Dutka, Y. P. Kovalskyi, and O. O. Khamar, “Physic-chemical properties of nanocomposites by polymethacrylic acid and polyaniline,” in Proceedings of the XVII International Freik Conference on Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems, Ivano-Frankivsk, Ukraine, Oct. 11–16, 2021, p. 120.
- 11. V. S. Dutka, Ya. P. Kovalskyi, O. O. Khamar, and H. M. Halechko, “Одержання та фізико-хімічні властивості полімер-полімерних композитів,” in Proc. I Int. Conf. “Theoretical and Experimental Aspects of Modern Chemistry and Materials” (TASX-2022), Dnipro, Ukraine, May 20, 2022, ISBN 978-617-8010-96-6, UDC 541.41 + 544.146.5.
- 12. V. S. Dutka, Ya. P. Kovalskyi, O. O. Khamar, and H. M. Halechko, “Nanocomposites of polyaniline and polymethacrylic acid,” in Proc. International Research and Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2022), Lviv, Ukraine, Aug. 25–27, 2022, p. 99.
- 13. V. Dutka, Y. Kovalskyi, H. Halechko, and O. Khamar, “Nanocomposites of polyaniline and carboxyl-containing polymers,” in Proceedings of the 2nd International Research and Practice Conference “Nanoobjects & Nanostructuring” (N&N–2022), Lviv, Ukraine, Sept. 26–28, 2022.
- 14. V. Dutka, Ya. Kovalskyi, O. Khamar, and H. Halechko, “Електропровідність та термостійкість композитів на основі поліаніліну та поліметакрилової кислоти,” in Proc. XV Ukrainian Conf. on High-Molecular Compounds with International Participation (VMS-2022), Kyiv, Ukraine, Oct. 25–27, 2022, p. 250, ISBN 978-617-520-374-3, UDC 66.095.26(100)(082).
- 15. O. O. Khamar, Y. P. Kovalskyi, and V. S. Dutka, “Використання математичних та квантово-хімічних сучасних програм для розрахунків при вивченні фізичної та квантової хімії,” in Proceedings of the VI International (XVI Ukrainian) Scientific Conference for Students and Young Scientists “Current Chemical Problems”, Vinnytsia, Ukraine, Mar. 21–23, 2023, p. 110, ISSN print 2708-0536, ISSN online 2708-0544.
- 16. О. О. Хамар, Я. П. Ковальський, В. С. Дутка, “Міжмолекулярна взаємодія в полімер-полімерних композитах,” in Proc. VI Int. (XVI Ukrainian) Sci. Conf. for Students and Young Scientists “Current Chemical Problems”, Vinnytsia, Ukraine, Mar. 21–23, 2023, p. 124, ISSN 2708-0544 (online).
- 17. O. Khamar, V. Dutka, Ya. Kovalskyi, and H. Halechko, “Molecular modeling of electrical conductive polymer–polymer composites,” in Proc. 4th Int. Sci. Conf. “Chemical Technology and Engineering”, Lviv, Ukraine, June 26–29, 2023, pp. 38–40, ISSN 2664-1275 (online).
- 18. O. O. Khamar, V. S. Dutka, and Y. P. Kovalskyi, “Formation of polymers in the presence of dispersed mineral phase,” in Proceedings of the International Research and Practice Conference "Nanotechnology and Nanomaterials" NANO-2023, Bukovel, Ukraine, Aug. 16–19, 2023, p. 64, ISBN 978-617-8092-32-0.
- 19. O. O. Khamar, V. S. Dutka, M. M. Yatsyshyn, and Y. P. Kovalskyi, “Electrical conductivity and thermal stability of polyaniline and water-soluble polymer nanocomposites,” in Proceedings of the International Research and Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2023), Bukovel, Ukraine, Aug. 16–19, 2023, Kyiv, Ukraine: Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2023, p. 65, ISBN 978-617-8092-32-0.
- 20. O. Khamar, V. Dutka, Y. Kovalskyi, and H. Halechko, “Нанокомпозити поліаніліну і водорозчинних полімерів та вивчення їх фізико-хімічних властивостей,” in Proceedings of the 19th Scientific Conference “Львівські хімічні читання – 2023”, Lviv, Ukraine, May 29–31, 2023, p. У36.
- 21. V. S. Dutka, V. O. Chalun, A. Ya. Yushchuk, Y. P. Kovalskyi, Y. Y. Horbenko, and O. O. Khamar, “Полімер-полімерні композити на основі поліаніліну та поліметилметакрилату і поліакрилової кислоти,” in Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference “Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи”, Zhytomyr, Ukraine, May 1, 2024, pp. 72–73, ISBN 978-966-485-296-5.
- 22. V. S. Dutka, Y. Y. Horbenko, Y. P. Kovalskyi, O. O. Khamar, V. O. Chalun, and A. B. Yushchuk, “Polyaniline and polymethacrylates electrical conductive composites,” in Proceedings of the International Research and

Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2024), Uzhhorod, Ukraine, Aug. 21–24, 2024, p. 144, ISBN 978-617-8092-32-0.

- 23. V. S. Dutka, Y. P. Kovalskyi, V. O. Chalun, and O. O. Khamar, “Physico-chemical properties of nanocomposites based on polyaniline and polymethylmethacrylate,” in Proceedings of the 3rd International Research and Practice Conference “Nanoobjects & Nanostructuring” (N&N-2024), Lviv, Ukraine, Oct. 7–10, 2024, pp. 47–48.
- 24. V. S. Dutka, Y. P. Kovalskyi, H. M. Halechko, and O. O. Khamar, “Molecular modeling of polymethylmethacrylate-polyaniline composites and study of its properties,” in Proceedings of the 5th International Scientific Conference “Chemical Technology and Engineering – 2025”, Lviv, Ukraine, Jun. 26–29, 2025, Lviv: Lviv Polytechnic National University, pp. 65–68, ISSN 2664-1275 (Online).
- 25. V. Dutka, Y. Kovalskyi, H. Halechko, and O. Khamar, “Фізико-хімічні властивості композитів на основі поліаніліну та поліметилметакрилату,” in Proceedings of the 20th Scientific Conference “Львівські хімічні читання – 2025”, Lviv, Ukraine, Jun. 2–4, 2025, p. 248.
- 26. O. Khamar, V. Dutka, Y. Kovalskyi, and H. Halechko, “Molecular modeling of electrically conductive polymer–polymer composites,” in Хімічна технологія та інженерія – 2023: монографія, V. M. Atamaniuk et al., Eds. Lviv, Ukraine: Rastr-7, 2023, pp. 15–22, ISBN 978-617-8296-99-5.

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U101857, 0121U111770, 0124U001104

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дутка Володимир Степанович

2. Volodymyr S. Dutka

Кваліфікація: д. х. н., професор, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4157-787X

Додаткова інформація: Scopus Author ID: 6603362359;
https://scholar.google.com.ua/citations?user=aE3gE5AAAAAJ&hl=uk

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Киця Андрій Романович

2. Andrii R. Kytsia

Кваліфікація: д. х. н., с.д., 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7846-7183

Додаткова інформація: https://scholar.google.com.ua/citations?user=w1vuJ60AAAAJ&hl=uk; Scopus Author ID: 6507903152

Повне найменування юридичної особи: Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03772476

Місцезнаходження: вул. Наукова, Львів, 79053, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Собечко Ірина Борисівна

2. Iryna B. Sobechko

Кваліфікація: д. х. н., доцент, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0155-9944

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?user=VvSyNjIAAAAJ&hl=uk; Scopus Author ID: 56085726100

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Аксіментьєва Олена Ігорівна

2. Olena I. Aksimentyeva

Кваліфікація: д. х. н., професор, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3836-9607

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?user=2uVPE54AAAAJ&hl=en; Web of Science Researcher ID: F-7659-2019; Scopus Author ID: 56095558000

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ковалишин Ярослав Степанович
2. Yaroslav S. Kovalyshyn

Кваліфікація: к. х. н., доц., 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0373-1832

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?user=Zeo8hYYAAAAJ&hl=uk; Scopus Author ID: 6507637027

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Решетняк Олександр Володимирович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Решетняк Олександр Володимирович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Жак Ольга Володимирівна
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна