

**Рішення**  
**разової спеціалізованої вченої ради**  
**про присудження ступеня доктора філософії**

Здобувач ступеня доктора філософії Марія ХЕМІЙ, 1995 року народження, громадянка України, освіта вища: закінчила у 2018 році ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника” за спеціальністю «Фізика та астрономія»; виконала акредитовану освітньо-наукову програму Прикладна фізика та наноматеріали.

Разова спеціалізована вчена рада ДФ 20.051.115, утворена наказом № 1070 в. о. ректора Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ, від 23 грудня 2024 року, у складі:

Голови разової спеціалізованої вченої ради – Івана ГАСЮКА – доктора фізико-математичних наук, професора, декана фізико-технічного факультету, професора кафедри матеріалознавства і новітніх технологій (за сумісництвом) Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Рецензентів – Івана ЯРЕМІЯ – доктора фізико-математичних наук, професора, професора кафедри матеріалознавства і новітніх технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Івана МИРОНЮКА – доктора хімічних наук, професора, завідувача кафедри хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Офіційних опонентів – Романа ЛІСОВСЬКОГО – доктора фізико-математичних наук, професора, професора кафедри медичної інформатики, медичної та біологічної фізики Івано-Франківського національного медичного університету;

Федора ІВАЩИШИНА – доктора технічних наук, старшого дослідника, професора Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка» (за сумісництвом).

на засіданні 06 березня 2025 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 10 Природничі науки Марії ХЕМІЙ на підставі публічного захисту дисертації «Структура та електрохімічні властивості бінарних оксидів перехідних металів, модифікованих ультразвуковим та електромагнітним випромінюванням» за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Дисертацію виконано у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ.

Науковий керівник: Іван БУДЗУЛЯК, доктор фізико-математичних наук, професор, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису.

Наукова новизна дисертаційного дослідження зумовлена поставленими завданнями та результатами їх розв'язання. У науковій роботі вперше:

- запропоновано молібдат нікелю, модифікований ультразвуком та лазерним опроміненням як катодний матеріал в гібридних електрохімічних системах;

- досліджено ефективність тривалого ультразвукового диспергування (протягом 15, 60 і 90 хв) нанокристалічного гідрату молібдату нікелю, отриманого гідротермальним методом, для покращення електрохімічних властивостей матеріалу;

- проаналізовано появу двох катодних піків на циклічних вольтамперограмах та представлено заряд / розрядний механізм електрода на основі гідрату  $\text{NiMoO}_4$ ;

- виявлено взаємозв'язок між ємнісними характеристиками  $\text{NiMoO}_4$  та умовами і режимами лазерного опромінення;

- здійснено порівняльний аналіз питомих енергетичних характеристик гібридних систем та з'ясовано, що найвищими значеннями питомих ємності та енергії володіє гібридний конденсатор, у якому один з електродів сформований на основі модифікованого лазерним опроміненням молібдату нікелю. Кулонівська ефективність для такої гібридної системи досягає 95 % при довготривалому циклюванні, що є перспективним для подальшого практичного застосування таких модифікованих матеріалів.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що в роботі запропоновано нові матеріали, модифіковані лазерним опроміненням та ультразвуком, для використання як електродів у пристроях накопичення і зберігання електричної енергії. Сформовані макети гібридних конденсаторів на основі отриманих матеріалів, які за своїми питомими ємнісними і енергетичними параметрами та функціональними характеристиками не поступаються світовим аналогам.

Дисертація виконана державною українською мовою.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (148 найменувань), додатків. Загальний обсяг роботи – 149 сторінок.

Дисертація відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 р. (зі змінами) «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», що відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 № 44 (зі змінами).

Здобувач має 13 наукових публікацій за темою дисертації: 8 статей у фахових наукових журналах, які індексуються наукометричною базою Scopus; 5 тез конференцій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій, що відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження

Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 №44 (зі змінами):

1. Budzulyak, I., Yablon, L., Khemii, M., Kotsyubynsky, V., Ilnytskyi, R., Rachiy, B., & Panko, I. (2024). Fractal structure of laser-irradiated porous carbon material. *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, 32(4), 329-332.

DOI: <https://doi.org/10.1080/1536383X.2023.2282096>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85177030618&origin=resultslist>

2. Popovych, O., Budzulyak, I., Vashchynskyi, V., Khemii, M., Ilnytskyi, R., & Yablon, L. (2023). Microwave-assisted synthesis of nanocrystalline NiMoO<sub>4</sub> for hybrid supercapacitor applications. *Applied Nanoscience*, 13(10), 6803-6809.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13204-023-02789-3>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85147935828&origin=resultslist>

3. Budzulyak, I. M., Yablon, L. S., Khemii, M. M., Kotsyubynsky, V. O., Rachiy, B. I., Ilnytskyi, R. V., & Kryvulych, R. I. (2023). Stimulation of the metal doping process of nanoporous carbon material by laser irradiation. *Physics and Chemistry of Solid State*, 24(2), 403-409.

DOI: <https://doi.org/10.15330/pcss.24.2.403-409>

URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85167593654&origin=resultslist>

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Іван ГАСЮК – доктор фізико-математичних наук, професор, декан фізико-технічного факультету, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства (за сумісництвом) Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Оцінка позитивна, зауважень немає.

2. Іван ЯРЕМІЙ – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри прикладної фізики і матеріалознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Оцінка позитивна, зауважень немає.

3. Іван МИРОНЮК – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Оцінка позитивна, зауважень немає.

4. Роман ЛІСОВСЬКИЙ – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри медичної інформатики, медичної та біологічної фізики Івано-Франківського національного медичного університету;

Оцінка позитивна, зауважень немає.

5. Федір ІВАЦИШИН – доктор технічних наук, старший дослідник, професор Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка» (за сумісництвом).

Оцінка позитивна, зауважень немає.

6. Роман ІЛЬНИЦЬКИЙ – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач відділу аспірантури і докторантури, професор кафедри прикладної

фізики і матеріалознавства (за сумісництвом) Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника;

Оцінка позитивна, зауважень немає.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» немає членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада ДФ 20.051.115 Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України, м. Івано-Франківськ присуджує Марії ХЕМПІЙ ступінь доктора філософії (PhD) з галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Іван ГАСЮК