

## АНОТАЦІЯ

Гаюк Н.В. Фото(електро)каталізатори на основі композитів  $\text{TiO}_2/\text{MnO}_2/\text{ГНТ}/\text{ІНТ}$ . – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 102 «Хімія». – Національний авіаційний університет. Спеціалізована вчена рада Національного авіаційного університету МОН України. – Київ, 2021.– 212 с.

Систему катіонів  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$  у складі флуорвмісного електроліту, а також порошкового титан діоксиду (анатазу або рутилу у вигляді дисперсних фаз суспензійного електроліту), алюмосилікатних нанотрубок галуазиту / імоголіту описано синтез таких композитних продуктів електрокристалізації. Встановлення взаємозв'язку склад — структура — фото(електро)каталітична функціональність. Проведено характеризацію зазначених матеріалів за допомогою РФА, СЕМ, ТЕМ, ААС, деріватографії та іншими методами. Фото(електро)каталітичну деградацію поліетиленових плівок, деградацію метилоранжу розглянуто як модельні системи функціоналізації одержаних порошкових композитних матеріалів щодо деструкції екологічно небезпечних речовин контамінантів.

**Ключові слова:** МАНГАН ДІОКСИД, ТИТАН ДІОКСИД, КОМПОЗИТ, ФОТОЕЛЕКТРОКАТАЛІЗАТОР, ФОТОКАТАЛІЗАТОР, ГАЛУАЗИТ, ІМОГОЛІТ, АЛЮМОСИЛІКАТНІ НАНОТРУБКИ, ДЕГРАДАЦІЯ, ПОЛІМЕРНА ПЛІВКА.

## **ABSTRACT**

Hayuk N.V. Photo(electro)catalysts based on TiO<sub>2</sub>/MnO<sub>2</sub>/HNTs/INTs composites. Qualification research work manuscript. PhD thesis in Chemistry (Ph.D.) in specialty 102 "Chemistry". - National Aviation University. Specialized Scientific Council of National Aviation University of MES of Ukraine. - Kyiv, 2021. – 211 p.

The system of Mn<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ti<sup>3+</sup>, and Ti<sup>4+</sup> cations of fluoridecontaining electrolytes and powdered titanium dioxide (anatase or rutile as the dispersed phase of the suspension electrolyte), aluminosilicate nanotubes of halloysite and imogolite describes the synthesis of such composite electrolytes. Establishing the relationship composition-structure-photo(electro)catalytic functionality. We have made the characterization of the mentioned materials by atomic absorption spectroscopy, derivatography, SEM, XRD, etc.. Photo(electro)catalytic degradation of polymer films, dyes in model wastewater solution was used as examples of effective functionalization for the degradation of environmental pollutants.

**Keywords:** MANGANESE DIOXIDE, TITANIUM DIOXIDE, COMPOSITE, OXIDE MATERIAL, DOPING, ALUMOSILICATE NANOTUBES, HALLOYSITE, IMOGOLITE, PHOTOELECTROCATALYST, PHOTOCATALYST, DEGRADATION, POLYMER FILM.

## Список публікацій здобувача

- в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Sokolsky G. V. Toward TiO<sub>2</sub> — MnO<sub>2</sub> nanocomposite photoelectrodes for organic dye degradation / G. V. Sokolsky, **N. V. Gayuk**., M. N. Zahornyi., Boldyrev E. I., Zudina L. V., Kamenskaya T. A., Melnik A. I. // Перспективні матеріали та процеси в прикладній електрохімії: Монографія / За заг. ред. В. З. Барсукова. – Київ: КНУТД, 2019. – С. 48-60 (*Особистий внесок здобувача — участь у плануванні та практичне виконання експерименту з фотоелектрокаталітичної деградації*);

2. Sokolsky G. V. Effects of electrolyte doping on electrodeposited nanostructured manganese oxide and chromium oxide/ G. V. Sokolsky, Ye. I. Boldyrev, N. D. Ivanova, , G. Ya. Kolbasov, G. Lazzara, L.V. Zudina, **N. V. Gayuk**, S. V. Chivikov // Surface and Coatings Technology. – 2020.– V. 400. – P.126-211 (*Особистий внесок здобувача –аналіз літературних джерел за проблематикою дослідження,участь в обговоренні*), (*Scopus, Q1*);

3. Sokolsky G. V. Photoelectrocatalytic degradation of amino-azodyes by titanium dioxide with surface states of Ti<sup>3+</sup>/ G. V. Sokolsky, M. N. Zahornyi, T. F. Lobunets, N. I. Tyschenko, A. V. Shyrokov, A. V. Ragulya, S. V. Ivanov, **N. V. Gayuk**, V. E. Sokol'skii, L. V. Zudina // Journal of Chemistry and Technologies. – 2019. – Vol 27. – No 2. – P. 130-140 (*Особистий внесок здобувача — участь у плануванні та проведення експериментальних досліджень, з фотоелектрокаталітичної деградації МО методом ЦВА, участь у обговоренні результатів досліджень*)(WS);

4. Сокольський Г. В. Електролітичне допущання й реалізація біфункціональної електрохімічної системи/ Г. В. Сокольський, Н. Д. Іванова, Л. В. Зудіна, **Н. В. Гаюк** та ін.// Електрохімія сьогодення: здобутки, проблеми та перспективи: Монографія/ IX Український з'їзд з електрохімії 21-23 вересня 2021 р. –Київ: МПБП «Гордон», 2021. – С. 56-58 (*Особистий внесок здобувача – аналітичний огляд літератури, участь у інтерпретації результатів*);

5. Sokolsky G. V. Instruments of electrolytic doping for multifunctional manganese(IV) oxide nanodispersed materials / G. V. Sokolsky, L. V. Zudina, **N. V. Gauk** // Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології (НАНСИС - 2019): VI Наук. конф. / редкол.: А. Г. Наумовець та ін. – К., 2019. – С. 46 (*Особистий внесок здобувача – участь у виконанні експерименту та інтерпретації результатів*);

6. Sokolsky G.  $\text{INT}_3/\text{MnO}_2/\text{TiO}_2/\text{PANI}$  composites: toward new applications and enforced functionality/ E. Paineau, M. Zahornyi, **N. Gayuk**, G. Sokolsky // Nanomaterials: Applications & Properties: 10 th International Conference 5-11 sep. 2021. – Odessa: NAP, 2021. – P.03 (*Особистий внесок здобувача – участь у виконанні експерименту, обговорення результатів*);

7. Ковінчук І. В. Визначення середнього діаметру наностриженів Манган (IV) оксиду різного походження в програмному середовищі ImagJ та SciDAVi / І. В. Ковінчук, Г. В. Сокольський, **Н. В. Гаюк** // Школа – конференція молодих вчених Сучасне матеріалознавство: Фізика, хімія, технології, 2021.-с.245-246 (*Особистий внесок здобувача – аналітичний огляд літератури, участь у інтерпретації результатів*);

8. Sokolsky G. V. 4<sup>th</sup> EastWest Chemistry Conference: abstract & proceeding, oktober 7-9, 2021. EWCC. / Sokolsky G., Lazzara, E. Paineau, **N. Haiuk**, O. Chyhyrynets, L. Zudina, E. Dmyriieva/ 2021.-с. 81-82 (*Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел за проблематикою дослідження, участь в обговоренні*);

9. **Гаюк Н. В.** Вплив фазового складу титан(IV) оксиду та його властивостей на можливості практичного застосування / А. В. Леонов, С. М. Баланчук, **Н. В. Гаюк**, Г. В. Сокольський // Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості за тематичним напрямком «Хімічні технології»: Всеукраїнська конференція (м. Херсон, 22-23 травня, 2018 р.). – Херсон, 2018. –с.74 (*Особистий внесок здобувача — виконання експерименту з потенціометричного титрування, участь у інтерпретації результатів та написанні тез конференції*);

10. **Гаюк Н. В.** Деструкція поліетилену, модифікованого оксидами титану та мангану/ **Н. В. Гаюк** // Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 30 жовтня. – Біла Церква, БНАУ. – 2020. – С. 6 (*Особистий внесок здобувача — планування та виконання експерименту з деструкції ПЕ плівок з додаванням оксидних матеріалів, участь у інтерпретації результатів та написанні тез на конференцію*);

11. **Haiuk N. V.** Modified by titanium oxides polyethylene film degradation under UV-irradiation/ **N. V. Haiuk**, G. Sokolsky // Міжнародної науково – технічної конференції POLIT. Challenges of science today, 1-3 April 2020. – Kyiv: National aviation university, 2020. – P.77 (*Особистий внесок здобувача - планування та виконання експерименту, деструкції ПЕ плівок з додаванням композитних матеріалів, інтерпретації результатів та написанні тез на конференцію*);

12. **Гаюк Н. В.** Фотокаталітична деструкція поліетиленових плівок, модифікованих оксидами титану та мангану / **Н. Гаюк**, Г. Сокольський // Матеріали чотирнадцятої Міжнародної науково – технічної конференції “AVIA-2021”.– Київ, 2021. – P.19.1-19.4 (*Особистий внесок здобувача — планування та виконання експериментальних досліджень, вимірювання ІЧ-спектрів ПЕ плівок, участь у інтерпретації результатів, написання тез*);

13. **Гаюк Н. В.** Твердофазна фотокаталітична деструкція поліетиленових плівок оксидними матеріалами мангану та титану / **Н. В. Гаюк**, Є. Дмитрієва, І. В. Ковінчук, Г. В. Сокольський // Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології: Матеріали і Міжнародної конференції 12-14 травня 2021 р., Луцьк. – 2021. – С.119-122. (*Особистий внесок здобувача — планування та виконання експериментальних досліджень, синтез композитних фотокаталізаторів, участь в обговоренні результатів, написання тез, виступ на конференції*);

14. Sokolsky G., Catalytic and electrocatalytic properties of doped manganese dioxide and titania / G. Sokolsky, L. Zudina, **N. Gauk**, E. Boldyrev, //

Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: Матеріали 84 міжнародної конференції молодих учених, аспірантів і студентів 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2. – С. 471 (*Особистий внесок здобувача – участь у виконанні експерименту, інтерпретації результатів,*);

15. G. Sokolsky, Electrocatalysts properties manganese(IV) oxides / G. Sokolsky L. Zudina, **N. Haiuk** // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: Матеріали 84 міжнародної конференції молодих учених, аспірантів і студентів 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.1. – С. 197 (*Особистий внесок здобувача – участь у виконанні експерименту, обговорення результатів,*).

- які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Основні положення дисертаційної роботи представлено на:

1. Sokolsky Georgii. Titanium Dioxide Based Nanocomposites for Organic Ecotoxicants Photoelectrocatalysis /Georgii Sokolsky, Maksym Zahornyi, Andriy Ragulya, Tetyana Lobunets, **Nadiya Gauk**, Andriy Leonov // EastWest Chemistry Conference (Lviv, Ukraine, October 10-12, 2018). Lviv: Bros. — Book of Abstracts. — P. 130 .(Міжн.);

2. International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and applications “OMEE-2017”, «Львівська політехніка» (Львів, Україна, 29 травня – 02 червня 2017 р.);

3. 84-й Міжнародній науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”, НУХТ (Київ, Україна, квітень 2018 р.);

4. Всеукраїнській конференції «Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості» за тематичним напрямком «Хімічні технології» (м. Херсон, 22-23 травня 2018 р.);

5. Міжнародна науково–технічна конференція “POLIT. Challenges of science today.”, (Київ, Україна, 1-3 квітня 2020 р.);

6. Proceedings of the Fourteenth International Conference of Science and Technology “AVIA-2021”(Київ, Україна, 23-25 квітня 2021 р.);

7. Міжнародна науково-практична конференція «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту», 30 жовтня. – Біла Церква, БНАУ. – 2020. (Біла Церква, Україна, 23-25 квітня 2021 р.);

8. I Міжнародна конференція «Актуальні проблеми хімії, матеріалознавства та екології: Луцьк.12-14 травня 2021 р;

9. International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and applications “OMEE-2017”, «Львівська політехніка» (Львів,Україна, 29 травня – 02 червня 2017 р.);

10. Royal Society of Chemistry Twitter Poster Conference/ 2018 р — (березень).

- які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Sokolsky G., ORR electrocatalysis study by  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  -doped manganese(IV) oxides / G. Sokolsky, L. Zudina, E. Boldyrev, O. Miroshnikov, **N. Gauk**, O. Kiporenko // Acta Physica Polonica A. — 2018. — 133, N4. — P. 1097 - 1102 (*Особистий внесок здобувача – аналіз літературних джерел за проблематикою досліджень участь у аналізі даних та обговоренні результатів, індексується Scopus*);

2. Zudina L. V., ORR study on Fe- and Co-doped manganese dioxide with ramsdellite structure / Zudina L. V., Sokolsky G. V., Boldyrev E. I., **Gaiuk N. V.** // Promising materials and processes in applied electrochemistry: monograph / КНУТД. Київ, 2017. – С. 42 - 48 (*Особистий внесок здобувача — участь у інтерпретації результатів*);

3. Zudina L., Toward bifunctional doped  $\text{MnO}_2$  oxygen electrocatalyst / G. Sokolsky, L. Zudina, E. Boldyrev, **N. Gauk** // Promising materials and processes in applied electrochemistry: monograph / КНУТД. – Київ, 2018. – С. 64-70 (*Особистий внесок здобувача – участь в обговоренні результатів*);

4. Zudina L., Cyclic voltammetry of Al-doped manganese dioxide in alkaline electrolytes saturated by oxygen / L. Zudina, G. Sokolsky, E. Boldyrev, **N. Gauk** //

Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: Матеріали 84 міжнародної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2018 р. – К.: НУХТ, 2018 р. – Ч.2. – С. 470 (Особистий внесок здобувача – аналіз літературних даних, участь у інтерпретації результатів);

5. O. Chygyrynets, G. Sokolsky, V. Vorobyova, **N. Gauk**, M. Zahorny, M. Kompanets, O. Korniakova. Green polymer packaging coating on metals with volatile inhibitors and improved degradation rate // EastWest Chemistry Conference (EWCC2019, 13-15 November). Abstract book. — S-010. — P. 29-30 (*Особистий внесок здобувача – участь в обговоренні результатів*).