

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник підприємства/установи/організації
(Грантоотримувача)



Проректор з наукової роботи
Іван Демидов

(підпис)
М.П.

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

про виконану роботу у 2021 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок

«Дизайн поліфункціональних наноструктурованих моно- та біметалів з
електрокаталітичними й антимікробними властивостями»

Назва конкурсу: «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»

Реєстраційний номер Проєкту: 020.02/0309

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок 020.02/0309
«Дизайн поліфункціональних наноструктурованих моно- та біметалів з
електрокаталітичними й антимікробними властивостями»

Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених» протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Загальна тривалість виконання проєкту 2020 рік – 2022 рік

Тривалість виконання Проєкту у 2021 році

Початок – 30 квітня 2021 року

Закінчення – 15 грудня 2021р.

Загальна вартість Проєкту, грн. 6 930 454 грн.

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 991 002 грн

2-й рік 2 794 600 грн

3-й рік 3 144 852 грн

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту залучено 9 виконавців, з них:

доктори наук 1;

кандидати наук 6;

інші працівники 2.

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(І) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Грантоотримувач - Національний університет «Львівська політехніка».

Підпорядкованість – Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ – 02071010

Код(и) КВЕД – 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

ПІБ керівника – Бобало Юрій Ярославович

Юридична адреса – згідно з ЄДРПОУ 79013 м. Львів, Залізничний р-н, вулиця Степана Бандери, будинок 12. Відповідно до Статуту 79013 м. Львів-13, вул. Степана Бандери, 12

Поштова адреса – 79013 м. Львів, вул. Степана Бандери, 12

Телефон – +380322374993

Адреса електронної пошти - rector@lpnu.ua

Посилання на веб сторінку – <http://lp.edu.ua>

Організація Субвиконавця - Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглекімії ім. Л. М. Литвиненка Національної академії наук України

Підпорядкованість – Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ – 03772476

Код(и) КВЕД – 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

ПІБ керівника – Мідяна Галина Григорівна

Юридична адреса – вул. Наукова, 3а, м. Львів, 79053, Україна

Поштова адреса – вул. Наукова, 3а, м. Львів, 79053, Україна

Телефон – +380322635174

Адреса електронної пошти – buhgalter_vfh@ukr.net

Посилання на веб сторінку – <http://www.nas.gov.ua/UA/Org/Pages/default.aspx?OrgID=0000018>

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

Розроблення концепцій дизайну металевих наночастинок у колоїдних розчинах і наноструктурованих моно- та біметалевих систем на поверхні з електрокаталітичними та антимікробними властивостями.

4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

Встановити закономірності електрохімічного синтезу наночастинок срібла в полі ультразвуку. Запропонувати механізм і кінетичну модель формування наночастинок та концепцію їх дизайну. Розробити принципи синтезу наночастинок срібла для “зелених” технологій. Дослідити гальванічне заміщення шляхетних металів в ультразвуковому полі, та розробити принципи дизайну наноструктурованих систем.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Наночастинки моно- і біметалів та наноструктуровані матеріали мають широке застосування в медицині, приладобудуванні, електрохімічній енергетиці та є предметом досліджень сучасного наноматеріалознавства. До проблемних питань їх одержання належать, насамперед, такі: 1) керований синтез наноматеріалів за заданою геометрією (структурою) і складом; 2) “зелений” синтез; 3) технологічність процесів.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Вперше будуть встановлені закономірності електрохімічного та мікроплазмового синтезу розчинів наночастинок срібла в ультразвуковому полі за використання розчинних анодів; запропоновані механізм формування наночастинок металу та концепція їх дизайну. Вперше буде запропоновано гальванічне заміщення металів у неводному середовищі в ультразвуковому полі на 2D і 3D поверхні металів і кремнію.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Синтез наночастинок срібла поєднанням нестационарного підведення струму, розчинних анодів, гальванічного заміщення та ультразвуку в розчинах поверхнево активних речовин і неводному середовищі. Встановлення закономірностей синтезу й функціональних властивостей наночастинок і наноструктур спектrophотометрією, циклічною вольтамперометрією, трансмісійною та сканівною електронною мікроскопією.

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ (до 2 сторінок) в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

Встановлено фізико-хімічні закономірності мікроплазмового електрохімічного синтезу колоїдних розчинів наночастинок срібла за використання жертвних анодів та нерозчинного платиного анодів, зокрема кінетичні закономірності мікроплазмового формування наночастинок срібла залежно від такого: 1) концентрації полімерних (натрію поліакрилату, полівінілпіролідону) і мономерних поверхнево активних речовин; 2) режимів мікроплазмового електролізу; 3) параметрів ультразвукового поля: Досліджено основні фізико-хімічні характеристики стабілізованих наночастинок срібла та встановлено їх залежність від таких умов мікроплазмового електролізу: 1) природи поверхнево активних речовин; 2) основних параметрів мікроплазмового електролізу в ультразвуковому полі та без нього. Запропоновано кінетична схему формування наночастинок срібла мікроплазмовим електролізом у розчинах поверхнево активних речовин і концепцію їх дизайну.

Запропоновано принципи керованого та “зеленого” синтезу наночастинок срібла з антибактеріальною активністю. Встановлено кінетичні закономірності синтезу наночастинок срібла гальванічним заміщенням у розчинах поверхневих речовин, зокрема натрію поліакрилату у полі ультразвуку.

Досліджено антибактеріальні властивості наночастинок срібла, синтезованих у розчинах поверхнево активних речовин в ультразвуковому полі та встановлено їх залежність від таких методів: 1) нестационарного електролізу за використання жертвних анодів; 2) мікроплазмового електролізу за використання жертвних анодів; 3) гальванічного заміщення. На основі дослідженої антибактеріальної активності синтезованих наночастинок срібла відносно окремих грам-позитивних та грам-негативних мікроорганізмів запропоновано рекомендації щодо рецептур бактерицидних препаратів.

Запропоновано основи керованого осадження металевих наноструктур на кремнієву поверхню гальванічним заміщенням у середовищі органічних апротонних розчинників. Зокрема встановлено залежності розмірів наночастинок металів (Ag, Au, Pd, Pt) і біметалів, осаджених на кремнієву поверхню, від умов гальванічного заміщення (склад розчину, температура, тривалість) в апротонних розчинниках у полі ультразвуку. Встановлено електрохімічні потенціали гальванічного заміщення під час осадження металів на кремній та порівняно їх зі значеннями відповідних величин за катодного електроосадження. Розроблено принципи дизайну наноструктурованих металевих систем на кремнієвій поверхні.

Розроблено основи дизайну 3D мікро- та нанопоруватого кремнію наночастинами шляхетних металів (Ag, Au, Pd, Pt) з одержанням 3D Si/M поверхні. Досліджено формування 3D кремнію анодним розчиненням у середовищі апротонних розчинників систем 2D Si/M, синтезованих гальванічним заміщенням. Встановлено залежності морфології поруватої поверхні кремнію, розмірів пор від природи і геометрії осаджених металевих наночастинок, умов розчинення, впливу ультразвукового поля.

У середовищі органічних апротонних розчинників модифіковано 3D кремній шляхетними металами гальванічним заміщенням. Встановлено умови (склад розчину, температура, ультразвукове поле) отримання 3D кремнію, модифікованого шляхетними металами (Ag, Au, Pd, Pt) гальванічним заміщенням у середовищі DMSO, DMF, PC з одержанням 3D Si/M поверхні.

Встановлено функціональні властивості наноструктур 3D Si/M (M = Ag, Au, Pd, Pt) і 3D Si/M₁M₂ систем як активних матеріалів для сенсорів молекул органічних речовин.

Наукові результати, отримані у 2021 році: подано 8 рукописів статей у журналах наукометричної бази Scopus (3 опубліковано), 6 рукописів у фахові журнали (1 опубліковано), рукописи 2-х розділів до монографій англійською мовою (1 опубліковано); 1 рукопис матеріалів на конференцію наукометричної бази Scopus (опубліковано); 3 заявки на патенти України.

Основні наукові результати:

Статті опубліковані у журналах наукометричної бази Scopus:

1. M. Shepida, O. Kuntiyi, Y. Sukhatskiy, A. Mazur, M. Sozanskyi. Microplasma synthesis of antibacterial active silver nanoparticles in sodium polyacrylate solutions // *Bioinorganic Chemistry and Applications (Q1)*. – 2021, Vol. 2021, Article ID 4465363, 11 pages.
2. O. Kuntiyi, G. Zozulya, A. Kytsya. “Green” Synthesis of Metallic Nanoparticles by Sonoelectrochemical and Sono Galvanic Replacement Methods – A mini review // *Bioinorganic Chemistry and Applications (Q1)*. – 2021, Vol. 2021, Article ID 9830644, 17 pages.
3. Shepida M., Kuntiyi O., Sozanskyi M., Sukhatskiy Y. Sonoelectrochemical Synthesis of Antibacterial Active Silver Nanoparticles in Rhamnolipid Solution // *Advances in Materials Science and Engineering (Q2)*. – 2021, 2021, 7754523.

Подано у 2021 році та опубліковано:

4. Kuntiyi, O., Shepida, M., Sozanskyi, M., Kytsya, A., Bazylyak, L. Sonoelectrochemical synthesis of silver nanoparticles in sodium polyacrylate solution // *Biointerface Research in Applied Chemistry (Q4)*, 2021, 11(4), 12202–12214.
5. Kuntiyi, O.I., Kytsya, A.R., Bondarenko, A.B., Mertsalo, I.P., Bazylyak, L.I. Microplasma synthesis of silver nanoparticles in PVP solutions using sacrificial silver anodes // *Colloid and Polymer Science (Q2)*, 2021, 299(5), 855–863.
6. Kytsya, A., Bazylyak, L., Pasternak, O., Turovskii, M. Molecular modeling of Ag₄ cluster formation // *Molecular Crystals and Liquid Crystals (Q3)*, 2021, 720(1), 17–25.

Статті подані у журнали наукометричної бази Scopus:

1. O. Kuntiyi, G. Zozulya, M. Shepida. Porous Silicon Formation Under Anodization: a Review. Подано в журнал *Journal of Chemistry*. Article ID 7802581.
2. M. Shepida, O. Kuntiyi, S. Korniy Platinum nanoparticles deposition on silicon surface via galvanic replacement in DMSO medium. Подано в журнал *Applied Nanoscience*. – 2021.
3. Shepida M., G. Zozulya, O. Kuntiyi, M. Holovchuk, M. Sozanskyi, Y. Sukhatskiy Influence of Ultrasound on the Deposition of Ag, Au, Pd on the Silicon Surface by Galvanic Replacement in Organic Aprotic Solutions. Подано в журнал *Molecular Crystals and Liquid Crystals*.
4. G. Zozulya, O. Kuntiyi, R. Mnykh, A. Kytsya, L. Bazylyak. Synthesis of Silver Nanoparticles by Sonogalvanic Replacement on Aluminum Powder in Sodium Polyacrylate Solutions. Подано в журнал *ACS Omega*.
5. L.I. Bazylyak, A.R. Kytsya, P.Y. Lyuty, Ya.V. Pilyuk, N.I. Korets'ka, O.I. Kuntiyi Silver nanoparticles produced via a green synthesis using the rhamnolipid as a reducing agent and stabilizer. Подано в журнал *Applied Nanoscience*. – 2021.

Рукопис матеріалів конференції наукометричної бази Scopus:

Deposition of a nanostructured Au-Pt binary system by pulse electrolysis in DMSO medium. O. Kuntiyi, O. Dobrovetska, S. Korniy. 10th International Conference (NAP-21). <https://doi.org/10.1109/NAP51885.2021.9568568>.

Розділи монографії англійською мовою:

1. «Kinetic Modeling of Metal Nanoparticles Formation in Solutions: A Mini Review» Kytsya A.R., Bazylyak L.I., Kuntiyi O.I. Chapter of monography «Advances in Nanotechnology» (Nova Science Publishers, Inc., США). Volume 25. 2021.
2. «Modification of a Semiconductors Surface by Metal Nanostructures by Galvanic Replacement Method: A Review» Orest Kuntiyi, Galyna Zozulya, Andriy Kytsya, Liliya Bazylyak and Mariana Shepida. Chapter of monography «Advances in Nanotechnology» (Nova Science Publishers, Inc., США). Volume 26.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

Механізм і кінетична модель формування наночастинок срібла мікроплазмовим синтезом у розчинах поверхнево активних речовин в ультразвуковому полі за використання жертовних анодів як нова концепція їх дизайну та принципів високошвидкісних “зелених” технологій.

Осадження наночастинок металів і біметалів на 2D і 3D поверхні кремнію гальванічним заміщенням у середовищі органічних апротонних розчинників як принципово нова концепція дизайну наноструктур 3D Si/M (M = Ag, Au, Pd, Pt) і 3D Si/M₁M₂ – матеріалів для сенсорів.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проєкту в суспільній практиці.

1. Наукова концепція керованого електрохімічного та мікроплазмового синтезу наночастинок срібла з використанням поверхнево активних речовин природного походження для реалізації “зелених” технологій одержання концентратів колоїдних розчинів срібла як компонентів фунгібактерицидних препаратів широкого спектру дії для забезпечення потреб промисловості, сільського господарства як альтернативи до імпортованих біоцидних препаратів.

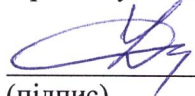
2. Використання одержаних наноструктур 3D Si/M (M = Ag, Au, Pd, Pt) і 3D Si/M₁M₂ систем як активних матеріалів для сенсорів молекул органічних речовин.

Примітка: Анотований звіт не повинен містити відомостей, заборонених до відкритого опублікування

Науковий керівник Проєкту

професор

Орест Кунтий



(підпис)