



АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок
«Новітні (електро)хемілюмінесценційні (біо)сенсорні платформи з лазерно-
індукованими функціональними мікро- та наноструктурами»
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»
Реєстраційний номер Проєкту: _____

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0390 (реєстраційний номер) та назва Проєкту «Новітні (електро)хемілюмінесценційні (біо)сенсорні платформи з лазерно-індукованими функціональними мікро- та наноструктурами»

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

Тривалість виконання Проєкту
Початок – дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок;
Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн:
6256000 (шість мільйонів двісті п'ятдесят шість тисяч гривень).

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 849 000 (вісімсот сорок дев'ять тисяч гривень).
2-й рік 3 260 000 (три мільйони двісті шістьдесят тисяч гривень).
3-й рік 2 147 000 (два мільйони сто сорок сім тисяч гривень).

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту буде залучено 10 виконавців, з них:
доктори наук: 1
кандидати наук: 2 + 1 PhD;
інші працівники: 5.

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

1. *Музика Катерина Миколаївна*, кафедра біомедичної інженерії (БМІ) ХНУРЕ, професор кафедри БМІ ХНУРЕ, д.т.н.
2. *Жолудов Юрій Тимофійович*, кафедра БМІ ХНУРЕ, доцент кафедри БМІ ХНУРЕ, к.ф.-м.н.
3. *Сніжко Дмитро Вікторович*, кафедра БМІ ХНУРЕ, доцент кафедри БМІ ХНУРЕ, к.т.н.
4. *Васильковський Володимир Сергійович*, Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, аспірант.
5. *Костін Денис Олександрович*, кафедра БМІ ХНУРЕ, інженер, без ступеню.
6. *Мартинов Данило Юрійович*, кафедра БМІ ХНУРЕ, інженер, без ступеню.
7. *Гніліцький Ярослав Миколайович*, компанія НовіНано (Львів), провідний дослідник, PhD.
8. *Гелко Ігор Григорович*, компанія НовіНано (Львів), дослідник, без ступеню.
9. *Кузнєцов Олександр Валентинович*, компанія НовіНано (Львів), інженер, без ступеню.

У разі залучення субвиконавців:

- **обґрунтування доцільності їх залучення до виконання Проєкту;**

НовіНано – це науково-технологічна компанія, яка пропонує нові методи модифікації поверхонь за допомогою фемтосекундної лазерної технології. Новітній підхід обробки поверхонь будь-якого матеріалу забезпечує широкий спектр застосувань, змінюючи оптичні та фізичні характеристики матеріалів.

Доцільність залучення до виконання Проєкту субвиконавців з компанії НовіНано обґрунтовується необхідністю модифікації поверхонь за допомогою фемтосекундної лазерної технології, оскільки даний Проєкт присвячено теоретичним та експериментальним дослідженням, необхідним для розроблення концепції створення (електро)хемілюмінесцентних (біо)сенсорних платформ з *лазерно-індукованими функціональними мікро- і нано структурами*.

Технічне оснащення НовіНано забезпечує спроможність створення лазерно-індукованих функціональних мікро- і нано структур.

- **інформація про повну назву підприємства/установи/ організації,**

Товариство з обмеженою відповідальністю НОВІНАНО ЛАБ/ LIMITED LIABILITY COMPANY NOVINANOLAB (LLC NOVINANOLAB).

код за ЄДРПОУ: 42088145.

Код КВЕД 58.29: Видання іншого програмного забезпечення;

Відомча підпорядкованість: частково контролююча компанія NoviNano Ltd (Мальта)

Перелік технічного оснащення НовіНано:

найсучасніший фемтосекундний комплекс з усім супутнім обладнанням, що включає:

- фемтосекундний лазер LightConversion "PHAROS";
- підсилювач оптичних параметрів LightConversion "Orpheus HP";
- компресор імпульсів LightConversion "Orpheus N";
- моторизований 6-ти координатний столик "Standa 6D";
- гальваносканер "SCANLAB";

- оптичний тензіометр "Bioloim",
- оптичний мікроскоп "Olympus".

Персонал, що буде залучено до виконання Проєкту.

- Гніліцький Ярослав, компанія НовіНано (Львів), провідний дослідник, PhD.
- Гелко Ігор Григорович, компанія НовіНано (Львів), дослідник, без ступеню.
- Кузнєцов Олександр Валентинович, компанія НовіНано (Львів), інженер, без ступеню.

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)

Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між властивостями лазер-індукованих мікро- і наноструктур на поверхні електродів/субстратів, та характеристиками (електро) хемілюмінесцентного сигналу, генерованого на цих структурах. Це дасть можливість для створення новітніх (Е)ХЛ-(біо)сенсорних платформ з покращеними аналітичними властивостями на основі лазерно-індукованих функціональних структур і для розширення потенціалу застосування лазерно-індукованих поверхневих структур.

4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)

1. Дослідження фізико-хімічних властивостей лазерно-індукованих періодичних поверхневих мікро- і наноструктур (ЛППС) електродів/субстратів в залежності від:

- параметрів лазерної обробки (енергії і тривалості імпульсу, швидкості сканування, довжини хвилі, середовища обробки, поляризації тощо);

- властивостей матеріалу,

- параметрів поверхневої модифікації електрода (підкладки), зокрема, плівками Ленгмюра-Блоджетт. 2. Виявлення вагомих факторів впливу на створення ЛППС електродів /субстратів з контрольованими фізико-хімічними властивостями поверхні.

3. Дослідження фізико-хімічних процесів генерації (електро)хемілюмінесценції на ЛППС з різними фізико-хімічними властивостями.

4. Виявлення взаємозв'язку фізико-хімічних властивостей поверхонь електродів/ субстратів з ЛППС та кінетикою та інтенсивністю (електро) хемілюмінесценції.

5. Створення новітніх (електро)хемілюмінесцентних (ЕХЛ) (біо)сенсорних платформ з лазерно-індукованими функціональними структурами з покращеними аналітичними властивостями.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

Незважаючи на очевидні переваги, які потенційно закладені в (біо)сенсорних ЕХЛ-платформах, **основна науково-технічна проблема** ЕХЛ- трансдукції, пов'язана з кінетикою електрохімічних гетерогенних реакцій при небажаній модифікації (забрудненні) електродів продуктами електролізу.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Створення електродів із заданою морфологією поверхні на мікро- та нанорівні. Це необхідно для контролю (на мікро- та нанорівні) гетерогенних електрохімічних реакцій, які супроводжуються генерацією ЕХЛ, та для визначення впливу та ролі морфології та фізико-хімічних властивостей поверхні на ефективність ЕХЛ.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Для генерації на поверхнях електродів різноманітних лазерно-індуційних нано-та мікроструктур буде використовуватись фемтосекундний лазерний комплекс "ФАРОС". Потужність та рівномірність інтенсивності лазерного пучка будуть контролюватись вимірювачем потужності "Станда" та швидкодіючим детектором відповідно. Електрохімічні та ЕХЛ дослідження властивостей електродів з ЛППС структурами будуть проводитись методами циклічної вольтамперометрії, вольтамперометрії на обертовому дисковому електроді, імпульсної вольтамперометрії з використанням електрохімічної станції Autolab PGSTAT128N, комплексів для ЕХЛ аналізу ЕЛАН-2М та ЕЛАН-3D власної розробки.

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)

5.1.1. Виготовлено та досліджено зразки електродів з функціональними органічними плівками (на основі ІТО/FTO електродів, вкритих полімерними плівками поліметилметакрилату без та з інкорпорованими органічними люмінофорами) для подальшого лазерного мікро- та наноструктурування;

5.1.2. Виготовлено металеві електроди з неіржавної сталі та скловуглецю, вкритих полімерними плівками полівінілбутиралу без та з інкорпорованими органічними люмінофорами;

5.1.3. Досліджено пробну партію електродів, наноструктурованих за допомогою технології ЛППС;

5.1.4. Отримано відомості про зв'язок режимів лазерної обробки з параметрами отриманих ЛППС-структур;

5.1.5. Проведено літературний огляд про типи електродних матеріалів та структур, придатних для лазерного структурування.

5.1.6. Матеріали досліджень відображено у матеріалах 3-х тез доповідей на 2-х конференціях, а саме:

- K. Muzyka, Y. Zholudov, A. Kukoba, D. Martynov, S. Misochenko and G. Khaled, "Coreactant-change based Strategy towards Selective Electrochemiluminescent Detection of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Aqueous Media," 2020 IEEE 5th Middle East and Africa Conference on Biomedical Engineering (MECBME), Amman, Jordan, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MECBME47393.2020.9265173.
- Chichkov B., Muzyka K., Slipchenko M., Slipchenko O., Vasylykovskiy V., Zholudov Yu. Resent research advanced of usage of laser-fabricated nanomaterials in electroanalytical techniques // XI International Scientific Conference "Functional Basis of Nanoelectronics" November 24-26, 2020 Kharkiv-Odesa, Ukraine, pp.6-9.
- Snizhko D.; Zholudov Yu., Gnilitzkiy Ia., Kuznetsov A., Xu G. Carbon nanotube electrodes for nanoelectrochemical sensors // XI International Scientific Conference "Functional Basis of Nanoelectronics" November 24-26, 2020 Kharkiv-Odesa, Ukraine, pp.20-22.

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

Електроди з скловуглецеві електроди з ЛППС-структурами мають принципово інші електрохімічні властивості (у порівнянні з електродами без ЛППС-структур), застосування яких буде уточнено у наступних етапах проєкту.

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

Даний проєкт належить до фундаментальних проєктів, тому оцінка практичної цінності запланованих результатів реалізації Проєкту для суспільства буде більш очевидною наприкінці виконання проєкту.

У IV кварталі 2020 очікується, що результати досліджень матимуть **практичну цінність для суспільства, а саме** для українських та іноземних студентів, зокрема кафедри біомедичної інженерії ХНУРЕ, оскільки будуть впроваджені у навчальному процесі під час:

- підготовки лекційних з курсів «Нанотехнології у біології та медицині».

- під час підготовки розділу навчального посібника «Вступ до спеціальності біомедична інженерія» (англійською мовою).

характеристиками: підвищеною чутливістю та селективністю аналізу, розширеним спектром речовин, що можуть визначатися як у водних, так і газових розчинах.

Результати досліджень будуть доповідатись на наукових конференціях в Україні і закордоном (відповідно до поетапного плану робіт).

На базі отриманих в проекті результатів передбачається підготовка та подача заявок на гранти від Європейського Союзу, такі як HORIZON 2020, EUREKA та інші.

Результати досліджень будуть впроваджені у навчальному процесі:

(а) для підготовки лекційних, лабораторних і практичних занять для українських та іноземних студентів з курсів «Нанотехнології у біології та медицині»;

(б) при підготовці розділів навчального посібника «Вступ до спеціальності біомедична інженерія» (англійською мовою).

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

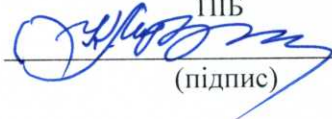
Науковий керівник Проекту

Професор кафедри БМІ

(посада)

Музика Катерина Миколаївна

ПІБ



(підпис)