

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор Інституту молекулярної біології і  
генетики НАН України

Тукало М.А.

(підпис)  
М.П.



**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту**  
**із виконання наукових досліджень і розробок**

**Дослідження особливостей формування сучасних біоселективних елементів на основі наноматеріалів різної природи для електрохімічних біосенсорів та сенсорних масивів із заданими та керованими властивостями**

**Назва конкурсу: Підтримка досліджень провідних та молодих учених**  
**Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0097**

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0097 «Дослідження особливостей формування сучасних біоселективних елементів на основі наноматеріалів різної природи для електрохімічних біосенсорів та сенсорних масивів із заданими та керованими 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**

Тривалість виконання Проєкту  
Початок – 8 жовтня 2020 р.;  
Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту: 11 750 000 грн

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1 880 000  
2-й рік 4 980 000  
3-й рік 4 890 000

**2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ**

до виконання Проєкту буде залучено 10 виконавців, з них:

доктори наук 1;  
кандидати наук 5;  
інші працівники 4.

### **3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(Ї) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ**

Грантоотримувач: Інститут молекулярної біології і генетики НАН України  
03143, м.Київ, вул. Заболотного, 150

### **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

#### **4.1. Мета Проєкту (до 200 знаків)**

Дослідження особливостей формування сучасних біоселективних елементів на основі наноматеріалів для електрохімічних біосенсорів та сенсорних масивів із заданими та керованими властивостями.

#### **4.2. Основні завдання Проєкту (до 400 знаків)**

Застосування наноматеріалів для підвищення чутливості перетворювачів.

Використання наноматеріалів для покращення процедури іммобілізації ферментів та підвищення їх селективності.

Розробка підходів використання каліксаренів та цеолітів як селективних елементів хемосенсорів. Дослідження та оптимізація аналітичних характеристик біосенсорів на основі наноматеріалів для прямого та інгібіторного аналізу.

#### **4.3. Детальний зміст Проєкту:**

- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)

На сьогодні нанотехнології інтенсивно залучаються до розробки біосенсорів, що відкриває широкі можливості для застосування різних принципів детектування одного і того ж аналіту та подальшого створення мультисенсорних приладів. Роботи, що тривають в цьому напрямку, зосереджені на досягненні необхідної чутливості, точності та селективності вимірювання за рахунок використання сучасних наноматеріалів.

- Новизна Проєкту (до 400 знаків)

Пропонується дослідження особливостей формування біоселективних елементів на основі наноматеріалів різної природи. Керована зміна властивостей отриманих біосенсорів в залежності від поставлених завдань, вибраних біологічно-чутливого елемента, перетворювача та наноматеріалів, а також типу реакції дасть змогу розробляти біосенсори нового покоління із заданими параметрами під конкретні прикладні задачі.

- Методологія дослідження (до 400 знаків)

Планується дослідження роботи різних по типу перетворення сигналу електрохімічних перетворювачів (кондуктометричних, амперометричних та потенціометричних) після модифікації їхньої поверхні наноматеріалами різної природи та/або іммобілізації на їхню поверхню низки ферментів (глюкозооксидаза, лактатоксидаза, уреаза, ацетилхолінестераза, бутирилхолінестераза, глутаматоксидаза, аргіназа тощо).

### **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)**

Метою 1 етапу роботи було дослідження впливу наноматеріалів різної природи на чутливість перетворювачів до цільової зміни параметрів (рН, провідність, концентрація електроактивних речовин, тощо) та визначення наноматеріалів, при застосуванні яких достовірно буде отримано підвищення чутливості перетворювачів до цільової зміни параметрів середовища та їхньої стабільності.

Досліджено вплив наночастинок золота, паладію, іридію та платини на чутливість амперометричних перетворювачів до пероксиду водню, який є продуктом ферментативної реакції за участю оксидаз. Найкращий результат показала модифікація золотими наночастинами та сумішню наночастинок платини та паладію. Отримані модифіковані перетворювачі показали значне збільшення чутливості до пероксиду водню, та можливість зменшення робочого потенціалу до 0,4 В, що значно розширює перспективи подальшого застосування отриманих модифікованих сенсорів при розробці ферментних амперометричних біосенсорів на їх основі, так як зменшення потенціалу розширяє спектр застосування таких біосенсорів за рахунок збільшення селективності визначення цільових аналітів.

Методом електрохімічної імпедансної спектроскопії проведено аналіз основних характеристик поверхні планарних електродів після їхньої модифікації наночастинами різної природи (золото, паладій, іридій, платина та цеоліти (різні силікаліти, цеоліт Бета, мезопористі кремнієві сфери, цеоліт L)). Показано, що використання досліджених наноматеріалів та наночастинок не вносять суттєвих змін в форму імпедансних спектрів в залежності від зміни провідності розчину. Це свідчить про подібність еквівалентних електричних схем, що моделюють процеси в електрохімічній комірці з біосенсорами, модифікованими наноматеріалами, та перетворювачами і біосенсорами без використання наноматеріалів.

Проведено аналіз впливу наноматеріалів різної природи на чутливість кондуктометричних перетворювачів до зміни концентрації КСІ, що моделює зміну провідності розчину всередині біоселективної мембрани під час ферментативної реакції. Показано, що серед досліджених цеолітів тільки використання наноматеріалу «Nano2» (цеоліт NanoBEA) збільшує чутливість кондуктометричних перетворювачів до зміни провідності. Що стосується застосування металевих наночастинок, то паладій є найкращим матеріалом, нанесення якого разом з БСА значно збільшує чутливість перетворювачів до зміни провідності. Платинові наночастинки при іммобілізації також досить сильно збільшують чутливість кондуктометричних перетворювачів до зміни провідності. Іридієві та золоті наночастинки також є потенційним матеріалом для використання при створенні біосенсорів.

Вивчено вплив різних наноматеріалів та наночастинок на чутливість потенціометричних перетворювачів на основі рН-чутливих польових транзисторів до зміни рН, що є показником проходження ферментативної реакції. Показано, що серед досліджених наноматеріалів застосування некальцинованого силікаліту з розміром кристалів 400 нм (наноматеріал «Nano1») та кальцинованого силікаліту з розміром кристалів 160 нм дещо збільшує чутливість рН-чутливих польових транзисторів до зміни рН. Що стосується застосування металевих наночастинок, то золото є найкращим матеріалом, нанесення якого разом з БСА збільшує чутливість рН-чутливих польових транзисторів до зміни рН.

Досліджено стабільність різних типів електрохімічних перетворювачів, модифікованих наноматеріалами, що є дуже важливим при подальшій розробці біосенсорів. Показано, що модифікація поверхні кондуктометричних перетворювачів з недостатнім рівнем адгезії біоматеріалу моношаром силікаліту в комбінації з класичним методом поперечного зшивання глутаровим альдегідом здатна покращити якість самого процесу іммобілізації і сприяє покращенню деяких аналітичних характеристик, створених на основі таких перетворювачів біосенсорів.

Відпрацьовано процедури іммобілізації різних ферментів на поверхні електрохімічних перетворювачів для подальшого їх порівняння з біосенсорами, що модифіковані наноматеріалами. За матеріалами роботи підготовлено статтю «Солдаткін О.О., Седюко Д.В., Кучеренко Д.Ю., Кучеренко І.С., Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Розробка ферментного кондуктометричного біосенсора для визначення дофаміну в водних зразках». // *Sensor Electronics and Microsystem Technologies.* - 2020. - 17 (4), яка знаходиться в друці.

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

Включення наноматеріалів до селективних елементів біосенсорів є запорукою створення над-чутливих та над-експресних вимірювальних приладів.

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

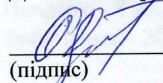
Біосенсорні системи на основі сучасних наноматеріалів та технологій, що є предметом дослідження, спроможні кардинально змінити організацію виробництва діагностичних приладів, систем тестування біологічно-активних, хімічних і токсичних речовин, а також удосконалити контроль параметрів і обробку та аналіз даних в системах охорони здоров'я та довкілля. Найважливішими з характерних ознак таких сенсорних систем є їхня висока чутливість та селективність, простота у використанні та швидкість аналізу, а також широкий діапазон речовин, що можуть бути детектовані. Це визначає можливість, а скоріше необхідність їхнього застосування практично у всіх галузях людської діяльності, включаючи медицину, фармацевтичне, харчове, біотехнологічне та хімічне виробництва, сільське господарство, охорону навколишнього середовища, тощо.

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

Проведення системного теоретичного та експериментального аналізу роботи різних електрохімічних біосенсорів та сенсорних масивів після модифікації наноматеріалами різної природи дозволить покращити аналітичні характеристики розроблених біосенсорних систем. Така керована зміна властивостей отриманих біосенсорів та сенсорних масивів в залежності від поставлених завдань, вибраних біологічно-чутливого елемента та перетворювача, а також типу реакції (прямий чи інгібіторний аналіз) дасть змогу розробляти біосенсори з заданими параметрами під конкретні прикладні задачі. Такий підхід дасть змогу зекономити час, зусилля науковців та кошти при розробці нових типів портативних біосенсорних приладів.

#### **Науковий керівник Проєкту**

Заступник директора Інституту  
Дзядевич Сергій Вікторович

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)