

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0223U001830

**Державний реєстраційний номер:** 0122U001135

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 03-02-2023

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Одержання та дослідження властивостей металічних, оксидних композитних наносистем різного призначення.

**Початок етапу:** 01.2022

**Закінчення етапу:** 12.2022

**Вид звітнього документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070758

**Місцезнаходження:** просп. Гагаріна, буд. 8, м. Дніпро, Дніпровський р-н., Дніпропетровська обл., 49005, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380567462706, 380567462668

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Міністерство освіти і науки України

**Код за ЄДРПОУ:** 38621185

**Місцезнаходження:** проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380444813221, +380444813221, mon@mon.gov.ua

## VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

**Підстава для проведення ДіР:** 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

**Напрямок фінансування:** 2.2 - прикладні дослідження і розробки

### Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

**Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК):** 2201040

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 800.000 |
|----------------------------------------------------------|

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Створення функціонально керованих металічних, металоксидних та композитних наносистем різного призначення

### Назва роботи англійською:

Creation of functionally controlled metal, metal oxide and composite nanosystems for different purposes

### Реферат українською:

Об'єкт дослідження – одержання металічних, оксидних, композитних наносистем. Мета роботи – дослідження умов отримання наносистем різної організації із застосування сучасних методів синтезу та їх оригінальним комбінуванням; визначення їх фізико-хімічних властивостей та встановлення закономірностей: «синтез-умови отримання-склад-властивості». Методи досліджень – теоретичні, аналітичні, інструментальні. Отримані металічні, оксидні, композитні наносистеми з благородними металами (Ag, Au) у складі різного призначення, а саме: магніто-плазмонні нанокомпозити  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}(\text{Ag})$ , метал-напівпровідникові наноструктури  $\text{MexO}_y=\text{TiO}_2$  з Au, Ag, наносистеми металічного Au, Ag з вторинними метаболітами рослинної сировини (ВМРС) (жмихи) (Vitis (виноград), Ribes L. (персик), Prunus (сливи), Citrus (апельсин)), наносистеми срібла, із низькотемпературними евтектичними розчинами (НЕР) та вторинними метаболітами рослинної сировини. Визначено умови одержання наносистем різного складу із застосуванням сучасних методів синтезу та їх комбінуванням (з різним складом, структурною організацією та властивостями) різними методами: синтез надрідинним плазмовим розрядом, із застосуванням НЕР та «зелений» синтез із використанням ВМРС. Розроблено спосіб «зеленого»/біоміметичного/фітохімічного синтезу наносистем та їх оригінальне комбінування із використанням відходів/продуктів переробки. Встановлено закономірності «синтез – умови отримання – склад – властивості наносистем. Надано рекомендації щодо технологічних підходів одержання металічних, оксидних, композитних наносистем різного складу сучасними способами. Розроблено нові технічні рішення, за якими подано 2 заявки на отримання охоронних документів України на об'єкти права інтелектуальної власності. Галузь застосування – С 20.59 Виробництво іншої хімічної продукції.

### Реферат англійською:

The object of research is the preparation of metallic, oxide, composite nanosystems. The goal of the work is the creation of highly functional metal, metal oxide, nanocomposite nanosystems with controlled selectivity and/or polyfunctionality in relation to the target processes of various industries. Research methods - theoretical, analytical, instrumental. Obtained metal, oxide, composite nanosystems with noble metals (Ag, Au) in the composition for various purposes, namely: magneto-plasmonic nanocomposites  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}(\text{Ag})$ , metal-semiconductor nanostructures  $\text{MexO}_y=\text{TiO}_2$  with Au, Ag, nanosystems of metallic Au, Ag with secondary metabolites of vegetable raw materials (cakes) (Vitis (grapes), Ribes L. (peach), Prunus (plums), Citrus (orange)), silver nanosystems, with low-temperature eutectic solutions (HER) and secondary metabolites of vegetable raw materials. The conditions for obtaining metallic, oxide, and composite nanosystems of various composition using modern synthesis methods and their combination (with different composition, structural organization, and properties) by various methods have been determined: synthesis by superfluid plasma discharge, with the use of HER, and "green" synthesis using fruit and vegetable waste berry production. A method of "green"/biomimetic/phytochemical synthesis of nanosystems and their original combination using waste/processing products has been developed. The regularities of "synthesis - conditions of obtaining - composition - properties of nanosystems" were established. Recommendations were given regarding technological approaches to obtaining metal, oxide, composite nanosystems of various compositions by modern methods. New technical solutions were developed, according to which 2 applications were submitted for obtaining security

documents of Ukraine for objects of law intellectual property. Field of application – C 20.59 Production of other chemical products.

**Індекс УДК:** 628.1;628.3, 533.9.004.14; 621.039.6 , 544.77

**Коди тематичних рубрик:** 70.27.13, 29.27.51, 31.15.37

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Скиба Маргарита Іванівна

**Науковий ступінь:** к. т. н.

**Вчене звання:** доц.

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

## **VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)**

**Назва НТП українською:** Металічні, оксидні, композитні наносистеми з благородними металами (Ag, Au) у складі різного призначення

**Назва НТП англійською:** Metallic, oxide, composite nanosystems with noble metals (Ag, Au) in the composition for various purposes

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Матеріали

**Галузь застосування:** С 20.59 – Виробництво іншої хімічної продукції

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Одержано металічні, оксидні, композитні наносистеми з благородними металами (Ag, Au) у складі різного призначення, а саме: плазмохімічно одержані наносистеми срібла, золота із застосуванням вторинних метаболітів рослинної сировини; плазмохімічно одержані біметалічні комбінації типу сплав та ядро/оболонка; плазмохімічно одержані метал-напівпровідникові наноструктури з благородними металами (Ag, Au) та їх біметалічними комбінаціями типу сплав та ядро/оболонка; плазмохімічно одержані магніто-плазмонні наноккомпозити Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Au(Ag); наносистеми срібла, синтезовані із застосуванням низькотемпературних екстракційних розчинників та вторинних метаболітів рослинної сировини. Зазначені матеріали призначені для цільових процесів різних галузей; композитних наносистем екологічного призначення – фотокаталізаторів, сорбентів та мембран процесів знешкодження особливо небезпечних політантів різного генезису (особливо фармацевтичних препаратів), сенсорів для харчової, косметичної галузей та моніторингу довкілля. Одержані матеріали, на відміну від аналогів характеризуються вищим на 25-38% значеннями колориметричної селективності та ступенем антимікробної дії, що розширює спектр їх практичного застосування. Запропоновані матеріали за рахунок використання відходів агропромислового комплексу мають економічні переваги, що полягають у зниженні собівартості їх виробництва та розширенні сфери їх застосування за рахунок поліфункціональності та виражених антиоксидантних властивостей. Розроблені матеріали на навколишнє середовище не впливають.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, водоочисного комплексу, текстильних, лакофарбових, фармацевтичних, харчових виробництв

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.: 0**

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

**Назва НТП українською:** Закономірності "синтез - умови отримання - склад - властивості наносистем"

**Назва НТП англійською:** Patterns of "synthesis - conditions of production - composition - properties of nanosystems"

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Закономірності

**Галузь застосування:** С 20.59 - Виробництво іншої хімічної продукції

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Встановлено закономірності, що представлено у вигляді "синтез - умови отримання - склад - властивості наносистем" для одержання наносистем різного складу при застосуванні різних методів синтезу. Закономірності розроблені для наступних складів: монометалічні наносистеми срібла, золота біметалічні комбінації типу сплав та ядро/оболонка, метал-напівпровідникові наноструктури з Ag, Au та їх біметалічні комбінації типу сплав та ядро/оболонка, магніто-плазмонних нанокомпозитів Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Au(Ag). Для наступних методів плазмохімічний синтез, хімічний синтез із застосуванням низькотемпературних евтектичних розчинників, використання вторинних метаболітів рослинної сировини. Для наступних властивостей антимікробні та каталітичні. Призначення: встановлені закономірності дозволяють одержувати наносистеми з визначеними структурними характеристиками і функціональними властивостями (антимікробні, каталітичні тощо) при оптимальних витратах реагентних та технологічних складових та керованими характеристиками складу. Використання запропонованих закономірностей при розробці технологій одержання матеріалів дозволить одержувати металічні, оксидні, композитні наносистеми різного складу з відомими, контрольованими та покращеними у 1,5-2 рази фізико-хімічними властивостями, що, на відміну від аналогів, дозволить використовувати їх з найбільшим до 90-98% ступенем ефективності в різних галузях виробництв, базуючись на заздалегідь встановлених складах та властивостях. Застосування встановлених закономірностей дозволить розробити високоефективні технології синтезу наноматеріалів з рентабельними показниками виробництва; отримати мінімальну собівартість одержання продукту. Даний спосіб на навколишнє середовище не впливає.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, водоочисного комплексу, текстильних,

лакофарбових, фармацевтичних, харчових виробництв

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

**Назва НТП українською:** Рекомендації щодо технологічних підходів одержання металічних, оксидних, композитних наносистем різного складу сучасними способами

**Назва НТП англійською:** Recommendations regarding technological approaches to obtain metal, oxide, composite nanosystems of various compositions by modern methods

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Рекомендації

**Галузь застосування:** С 20.59 - виробництво іншої хімічної продукції.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблені рекомендації представлено у вигляді рекомендованих параметрів одержання металічних, оксидних, композитних наносистем різного складу сучасними способами (плазмохімічний синтез, хімічний синтез із застосуванням низькотемпературних евтектичних розчинників, використання вторинних метаболітів рослинної сировини): метод одержання/синтезу матеріалу, технологічні параметри синтезу (вихідні реагенти, тривалість синтезу, умови тощо). Рекомендації розроблені для одержання таких матеріалів: монометалічних наносистем срібла, золота біметалічних комбінацій типу сплав та ядро/оболонка, метал-напівпровідникових наноструктур з благородними металами (Ag, Au) та їх біметалічними комбінаціями типу сплав та ядро/оболонка; магніто-плазмонних нанокомпозитів Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Au(Ag). Призначення: запропоновані рекомендації дозволяють одержувати наносистеми з визначеним структурними характеристиками і функціональними властивостями (антимікробні, каталітичні тощо) при оптимальних витратах реагентних та технологічних складових. Використання запропонованих рекомендацій дозволить одержувати металічних, оксидних, композитних наносистем різного складу з відомими, контрольованими та покращеними у 1,5–2 рази фізико-хімічними властивостями, що, на відміну від аналогів, дозволить використовувати їх з найбільшим до 98–100% ступенем ефективності в різних галузях виробництв, базуючись на заздалегідь встановлених властивостях. Застосування розроблених рекомендацій дозволить скоротити тривалість одержання матеріалів з визначеними властивостями для різних галузей; отримати максимальний економічний ефект (збільшення попиту, зниження витрат) від їх використання та введення в відомі сфери застосування (в медицині та діагностиці політантів, системах моніторингу токсикантів тощо). Запропоновані рекомендації на навколишнє середовище не впливають.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, фармацевтичних, харчових виробництв, медична галузь застосування

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

**Назва НТП українською:** Спосіб «зеленого»/біоміметичного/фітохімічного синтезу наносистем та їх оригінальне комбінування із використанням відходів/продуктів переробки

**Назва НТП англійською:** The method of "green"/biomimetic/phytochemical synthesis of nanosystems and their original combination using waste/processing products

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Спосіб

**Галузь застосування:** С 20.59 - виробництво іншої хімічної продукції.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблений спосіб полягає у відновленні іонів  $Ag^+$  до  $Ag^0$  з водної дисперсії аргентум нітрату екстрактами, отриманими із застосуванням евтектичних розчинників. Спосіб складається з наступних операцій: отримання евтектичного розчиннику (змішування двох компонентів при температурі не перевищуючій  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , безбарвної рідини; отримання екстракту рослинної сировини із використанням евтектичного розчиннику в умовах ультразвукової екстракції; отримання  $0,01\text{ M}$  водного розчину аргентуму ( $AgNO_3$ ); синтезу колоїдного розчину наночастинок срібла шляхом відновлення срібла з водного розчину солі аргентуму при змішуванні з рослинним екстрактом отриманим евтектичним розчинником, при співвідношенні об'ємів  $0,01\text{ M } AgNO_3$  та екстракту 1:1 мас. ч. Зазначений спосіб призначено для одержання наносрібла в безводних середовищах з вираженими знезаражувачими властивостями для застосування у складі композитних наносистем екологічного призначення. Запропонований спосіб, на відміну від аналогів, дозволяє отримати наночастинок срібла стабільні до агрегування, що дозволяє розширити спектр функціональних властивостей наночастинок срібла майже в 8 разів і додатково використовувати у косметичі, медицині, а також при виготовленні побутової хімії, у харчовій промисловості за рахунок формування окрім виражених антибактеріальних ще і антиоксидантних характеристик, які на 20-35% вищі в

порівнянні з аналогами. Розроблений спосіб за рахунок простоти і низьким витратам на придбання обладнання і реактивів, а також використання екологічно безпечних екстрактів відходів переробки рослинної сировини має економічні переваги у заощадженні енергетичних складових до (20-50%), скороченні витрат реагентних складових (до 50%), що дозволяє значно знизити вартість матеріалу, одержаного за пропонуваним способом. Також економічні переваги можуть бути одержані за рахунок підвищення попиту серед населення та підприємств до нового матеріалу. Даний спосіб на навколишнє середовище не впливає.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, водоочисного комплексу, текстильних, фармацевтичних, харчових виробництв, косметичної галузі

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

**Назва НТП українською:** Спосіб одержання наночастинок золота та срібла

**Назва НТП англійською:** The method of obtaining nanoparticles of gold and silver

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Спосіб

**Галузь застосування:** С 20.59 - виробництво іншої хімічної продукції

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблений спосіб полягає у відновленні іонів срібла та/або золота з водної розчинів над рідинним плазмовим розрядом і присутності суміші відходів рослинної сировини. Спосіб реалізується шляхом обробки розрядом плазми розчину нижче його температури кипіння, розчину, що складається із попередньо плазмохімічно одержаного неочищеного (не відділеного) екстракту суміші відходів апельсину (*Citrus sinensis*)/банану (*Musa*) та водного розчину прекурсору  $\text{AgNO}_3$  чи  $\text{HAuCl}_4$  0,125-6,0 ммоль/л при співвідношенні об'ємів [екстракт] :  $[\text{AgNO}_3$  чи  $\text{HAuCl}_4]$  = [0,2-3,0]:[1] протягом 0,5-15 хв., з послідуочим

фільтруванням утвореного колоїдного розчину. Зазначений спосіб призначено для одержання наносистем золота та срібла і може бути використаний: для виготовлення розчинів дезінфекції, знезараження води, косметичних засобів, лікарських препаратів, харчових і біологічно активних добавок, складових біосенсорів, медичних виробів і матеріалів медичного призначення, каталізаторів та ін. Запропонований спосіб, на відміну від аналогів, дозволяє отримати високу швидкість (0,5-15 хв.) та ефективність синтезу (96-98 % відновлення іонів) колоїдних розчинів наночастинок срібла та золота, що в понад 33-55% вище у порівнянні з хімічними способами синтезу; забезпечується контрольований синтез наночастинок золота та срібла з визначеним середнім розміром 12-25 нм. Розроблений спосіб за рахунок відсутності потреба розділення відходів апельсину (*Citrus sinensis*)/банану (*Musa*) при одержанні екстракту, а також можливістю використання екологічно безпечних екстрактів відходів переробки рослинної сировини має економічні переваги у заощадженні енергетичних складових до (20-50%), скороченні витрат реагентних складових (до 50%), що дозволяє значно знизити вартість матеріалу, одержаного за запропонованим способом. Даний спосіб на навколишнє середовище не впливає.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, водоочисного комплексу, текстильних, лакофарбових, фармацевтичних, харчових виробництв

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:**

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

**Назва НТП українською:** Спосіб отримання магніто-плазмонних нанокompatитів

**Назва НТП англійською:** The method of obtaining magneto-plasmonic nanocomposites

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Спосіб

**Галузь застосування:** С 20.59 - виробництво іншої хімічної продукції.

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Розроблений спосіб полягає у одно стадійному відновленні прекурсорів благородних металів з різною початковою концентрацією (нітрату срібла чи тетрахлороаурату (III) водню) за присутності нанорозмірного магнетиту і стабілізатора (СТАБ) наночастинок. Спосіб реалізується відновленням іонів металів Аргентуму або Ауруму під дією контактної нерівноважної низькотемпературної плазми при тиску 0,7-0,8 кПа на поверхні рідкої реакційної маси, при силі струму розряду 70-220 мА, напрузі 450-1000 В, товщині шару розчину 10-50 мм, відстані від анода до поверхні оброблювального середовища 5-10 мм, температурі розчину нижче його температури кипіння, розчину з наступним складом та співвідношенням компонентів:  $(\text{Me} (\text{Ag}^+ \text{ чи } \text{Au}^{+3})):(\text{Fe}_3\text{O}_4) = [0,5-3]:[1]$ ,  $(\text{СТАБ}):(\text{Me} (\text{Ag}^+ \text{ чи } \text{Au}^{+3})) = [0,5-3]:[1]$  протягом 3-7 хв., при застосуванні в якості стабілізатора цитрату натрію. Зазначений спосіб призначено для отримання наноматеріалів конфігурації ядро-оболонка, і може бути використаний для виготовлення магнітокарованих/біосумісних розчинів, як носії для створення магнітокерованих лікарських засобів, як субстрати для виявлення слідових кількостей антибіотиків, комбінованих засобів комплексної медичної діагностики та терапії, гібридних матеріалів для мультимодальних методів медичної візуалізації. Запропонований спосіб, на відміну від аналогів, забезпечує одержання магніто-плазмонних наноконкомпозитів складу  $[\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}(\text{Ag})]$  за коротший в 2-3 рази інтервал часу (3-7 хв.), з одночасною можливістю контролю конфігураціями оболонки (суцільна/не суцільна) та контрольованими магнітними характеристиками ( $M_s=27-45 \text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{г}$  ( $\text{emu/g}$ )). Розроблений спосіб за рахунок виражених магнітних характеристик у одержаних матеріалів має економічні переваги у (10-20%) при застосуванні за рахунок зменшення кількості необхідного матеріалу, що дозволяє скоротити об'єми його застосування для досягнення аналогічних ефектів. Даний спосіб на навколишнє середовище не впливає.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту, Поліпшення стану навколишнього середовища, Економія матеріалів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства хімічної промисловості, водоочисного комплексу, текстильних, лакофарбових, фармацевтичних, харчових виробництв

**Перспективні ринки:** Україна, країни СНД

**Характер співробітництва з інвестором**

**Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:** 0

**Права, що надаються інвестору після завершення роботи:** Права не надаються

**Наявність бізнес-плану:** Ні

**Техніко-економічне обґрунтування:** Ні

**Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:** 0

**Очікуваний термін окупності (років):** 0

**Додаткова інформація:**

## IX. Бібліографічний опис

1. Trus, I. M. Effect of stabilization treatment of water on the quality of its reverse osmotic desalination [Text] / I. M. Trus, M. D. Gomelya, V. Halish, M. Skiba // Water supply and wastewater disposal: Designing, Construction, Operation and Monitoring: monography / B. Kowalska, D. Kowalski. – Lublin (Poland): Politechnika Lubelska, 2022. – P. 324-338. (друк. арк. 0,3). ISBN 978-83-7947-507-0.
2. Skiba, M. Synthesis and characterization of silver nanoparticle and Ag<sub>0</sub>(NPs)/TiO<sub>2</sub> nanocomposite by "green" plasma-liquid method: enhancement photocatalytic decomposition tetracycline antibiotic from aqueous solutions [Text] / M. Skiba, V. Vorobyova, I. Kovalenko, N. Makarshenko // Molecular Crystals and Liquid Crystals. – 2022 – Vol. 1. – P. 222-236.
3. Skiba, M. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using prunus persica L. (peach pomace) with natural deep eutectic solvent and plasma-liquid process [Text] / M. Skiba, V. Vorobyova // Chemical Papers. – 2022. – Vol. 76 (9). – P. 5789-5806.
4. Skiba, M. Synthesis of silver nanoparticles in a plasma electrochemical system for degradation of environmental pollutants / M. Skiba, V. Vorobyova // Materials Today: Proceedings. – 2022. – Vol. 1. – P. 1-8.
5. Vorobyova, V. Green synthesis, characterization of silver nanoparticals for biomedical application and environmental remediation / V. Vorobyova, G. Vasyliiev, D. Uschapovskiy, K. Lyudmyla, M. Skiba // Journal of Microbiological Method. –2022. – Vol. 193. – Article ID 106384.
6. Skiba, M. Green bio-synthesis of silver nanoparticles and their catalytic activity for methyl orange degradation [Text] / M. Skiba, V. Vorobyova // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2022. – Vol. 57(1). – P. 54-62.
7. Vorobyova, V. I. Preparation, characterization, and antibacterial properties of "green" synthesis of Ag nanoparticles and AgNPs/kaolin composite. [Text] / V. I. Vorobyova, G. S. Vasyliiev, I. V. Pylypenko // Appl Nanosci. – 2022. – Vol. 12. – P. 889-896.
8. Vorobyova, V. Extraction of phenolic compounds from tomato pomace using choline chloride-based deep eutectic solvents [Text] / V. Vorobyova, M. Skiba, G. Vasyliiev // Journal of Food Measurement and Characterization. – 2022. – Vol. 16 (2). – P. 1087-1104.
9. Skiba, M. Bio-Green and Classical Stabilize Agents of Nanoparticles in Silver-Doped Titanium Dioxide: The Influence on Antioxidant, Photocatalytic, and Bactericidal Activities [Text] / M. Skiba, V. Vorobyova, K. Sorochnina // Plasmonics. – 2022. – Vol. 17(5). – P. 2221-2234.
10. Skiba, M. Surface modification of titanium dioxide with silver nanoparticles for application in photocatalysis [Text] / M. Skiba, V. Vorobyova, O. Pasenko // Applied Nanoscience (Switzerland). – 2022. – Vol. 12(4), P. 1175-1182.
11. Vasyliiev, G. Valorization of tomato pomace: extraction of value-added components by deep eutectic solvents and their application in the formulation of cosmetic emulsions [Text] / G. Vasyliiev, K. Lyudmyla, K. Hladun, M. Skiba, V. Vorobyova // Biomass Conversion and Biorefinery. – 2022. – Vol. 12. – P. 95-111.
12. Trus, I. Optimal conditions of ion exchange separation of anions in low-waste technologies of water desalination [Text] / I. Trus // Journal of Chemical Technology & Metallurgy. – 2022. – Vol. 57 (3). – P. 550-558.
13. Ushchapovskiy, D. Electrodeposition of polyfunctional Ni coatings from deep eutectic solvent based on choline chloride and lactic acid [Text] / D. Ushchapovskiy, V Vorobyova, G Vasyliiev, O Linyucheva // Journal of Electrochemical Science and Engineering. – Vol. 12 (5). – P. 1025-1039.
14. Trus, I. Development of Resource-Saving Technologies in the Use of Sedimentation Inhibitors for Reverse Osmosis Installations [Text] / I. Trus, M. Gomelya, M. Skiba, T. Pylypenko, T. Krysenko // Journal of Ecological Engineering. – 2022. – Vol. 23 (1). – P. 206 – 215.

15. Воробйова В. Визначення електрохімічних властивостей природних іонних рідин нового покоління [Текст] / В. Воробйова, Г. Васильєв, І. Трус, О. Лінючева // Технічні науки та технології. - 2022. - № 2 (28). - Р. 88-95.
16. Trus, I. M. Removal of sulfates from aqueous solution by using red mud [Text] / I. M. Trus, Y. P. Kryzhanovska, M. D. Gomelya // Journal of Chemistry and Technologies. - 2022. - Vol. 30 (3). - Р. 431-440.
17. Галиш, В.В. Вуглецеві сорбенти з пероцтового лігніну [Текст] / В.В. Галиш, І.М. Дейкун, І.М. Трус, В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля // Bulletin of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Series "Chemical Engineering, Ecology and Resource Saving". - 2022. - № 3 (21). - Р. 69-76.
18. Твердохліб, М. Дослідження процесів очищення води від іонів мангану при використанні розчинів натрій гіпохлориту [Текст] / М. Твердохліб, І. Трус, М. Гомеля, К. Толстенкова // Технічні науки та технології. - 2022. - № 1 (27). С. - 152-160.
19. Екстракція поліфенольних сполук із продуктів переробки винограду незькотемпературним евтектичним розчинником бетаїн-молочна кислота [Текст] / В. Воробйова, Г. Васильєв, І. Трус, М. Скиба, О. Бобко // Технічні науки та технології. - 2022. - № 4 (30). - С. 99-106.
20. Vorobyova, V. I. Green synthesis of silver nanoparticles using grape pomace extract obtained by betaine-based deep eutectic solvent [Text] / V. I. Vorobyova, G. S. Vasyliiev, M. M. Kotyk, M.I. Skiba // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO 2022) : abstracts of the International research and practice conference (Lviv, August 25 - 27, 2021). - Lviv (Ukraine), 2022. - Р. 201.
21. Vorobyova, V. I. Sustainable-green synthesis of silver nanoparticles using waste extract obtained by deep eutectic solvent. Characterization, assessment of their electrochemical and antioxidant activities [Text] / V.I. Vorobyova, G. S. Vasyliiev, M.I. Skiba, Goncharova A. // Nanotechnology and Nanomaterials (NANO 2022) : abstracts of the International research and practice conference (Lviv, August 25 - 27, 2022). - Lviv (Ukraine), 2022. - Р. 223.
22. Заявка № а 2022 04127 Україна, МПК (10.2022) B82B 3/00, B01J 13/00, C11B 1/10, C01G 5/00, C01G 49/00. Спосіб отримання магнітно-плазмонних нанокомпозитів [Текст] / Скиба М. І., Воробйова В. І., Коваленко І.Л., Макарченко Н.П., Гнатко О.М. (Україна); заявник та патентовласник Держ. вищ. навч. заклад "Укр. держ. хім. - технол. ун-т". - № а 2022 04127; заявл. 31.10.22.
23. Заявка № а 2022 01076 Україна, МПК (10.2022) B82B 3/00, B01J 13/00, C11B 1/10. Спосіб одержання наночастинок золота та срібла [Текст] / Скиба М. І., Воробйова В. І. (Україна); заявник та патентовласник Держ. вищ. навч. заклад "Укр. держ. хім. - технол. ун-т". - № а 2022 04127; заявл. 31.03.22.

## **Х. Заключні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Харченко Олександр Васильович

д. х. н., 02.00.03

### **Перелік осіб-виконавців**

Варініченко Світлана Анатоліївна  
(к.т.н., 02.00.03)

Воробйова Вікторія Іванівна  
(к.т.н., 05.17.14)

Гура Анна Олександрівна  
(к.т.н., 05.17.01)

Салей Андрій Аркадійович  
(к.т.н., 05.17.11)

Сорочкіна Катерина Олександрівна  
(к.т.н., 05.17.01)

Трус Інна Миколаївна  
(к.т.н., 21.06.01)

### **Відповідальний за підготовку облікових документів**

Архипова В.В.

### **Телефон**

+38 (099) 265-76-24

### **Реєстратор**

### **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності**

