

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Керівник підприємства/установи/організації  
(Грантоотримувача)  
Ректор ДВНЗ УДХТУ  
(посада)  
Костянтин СУХИЙ  
(Власне ім'я та ПРИЗВИЩЕ)



(підпис)  
МП

**АНОТОВАНИЙ ЗВІТ**  
**про виконану роботу в рамках реалізації проєкту**  
**із виконання наукових досліджень і розробок**  
**Умовно безреагентні системи обробки лікарняних стоків**  
**(назва Проєкту)**

**Назва конкурсу:** Наука для безпеки людини та суспільства  
**Реєстраційний номер Проєкту:** 2020.01/0015

**Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок** (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.01/0015 «Умовно безреагентні системи обробки лікарняних стоків»  
Рішення наукової ради Національного фонду досліджень України щодо визначення переможця конкурсу «Наука для безпеки людини та суспільства» (назва конкурсу)  
протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

**1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ**

Тривалість виконання Проєкту

Початок – 03.11.2020 (дата укладання Договору про виконання наукових досліджень і розробок);  
Закінчення – 15.12.2021.

Загальна вартість Проєкту, грн. 5 460 022,00

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 1 665 922,00

2-й рік 3 794 100,00

3-й рік –

**2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ**

до виконання Проєкту буде залучено 13 виконавців, з них:

доктори наук 5;

кандидати наук 5;

інші працівники 3.

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

Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», 49005 м. Дніпро, просп. Гагаріна, 8 ЄДРПОУ 02070758

Залучення субвиконавців проєктом не передбачено.

#### **4. ОПИС ПРОЄКТУ**

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

Розробка електрохімічних проточних пристроїв для руйнування небезпечних хімічних та біологічних складових лікарняних стоків за рахунок створення умовно-безреагентних і екологічно-безпечних пероксенових систем.

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

1. Встановлення впливу складу та геометрії електрокаталізаторів, параметрів електролізу та швидкості потоку електроліту на вихід та селективність процесів руйнування небезпечних забруднювачів лікарняних стоків як у первинних електрохімічних, так і у вторинних хімічних процесах за рахунок взаємодії з утворюваними в процесі електролізу оксигеновмісними окисниками.

2. Розробка лабораторних прототипів електрохімічних проточних пристроїв для руйнування небезпечних хімічних та біологічних складових лікарняних стоків та методик їх використання в умовно безреагентних пероксенових системах.

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

###### **- Сучасний стан проблеми (до 400 знаків)**

Основною небезпекою лікарняних стоків є подальша еволюція патогенних бактерій та вірусів за рахунок їх чисельних мутацій під дією фармацевтичних препаратів. В зв'язку з чим для вирішення цієї проблеми необхідно створити системи, які б одночасно забезпечували первинну конверсію препаратів у біологічно неактивні форми, а також ефективну дезінфекцію стоків. Особливо важливим за цього є створення компактного обладнання для використання в польових умовах.

###### **- Новизна Проєкту (до 400 знаків)**

Основна ідея проєкту полягає в комплексному використанні процесів в електрохімічних системах для створення ефективної сумісної гетерогенно-каталітичної та гомогенно-каталітичної пероксенової системи в проточних модульних апаратах. Саме такі системи дозволяють одночасно проводити процес руйнування фармацевтичних препаратів та ефективну дезінфекцію стоків без застосування хімічних реагентів.

###### **- Методологія дослідження (до 400 знаків)**

Автори проєкту пропонують оригінальний підхід, який буде реалізований в проточних системах з різними електрокаталізаторами, що дозволить, в прямому електрохімічному окисненні руйнувати вибрані функціональні групи препаратів для втрати ними цільової біологічної активності, а також синтезувати універсальні окисники для створення пероксенової системи (гіпохлоритна кислота), що додатково забезпечить ефективну дезінфекцію стоків.

#### **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)**

В ході проведення НДР:

– досліджено загальні закономірності впливу складу та геометрії поверхні аноду, густини струму та швидкості потоку електроліту на вихід та селективність процесів руйнування забруднювачів різного типу як у первинних електрохімічних, так і у вторинних хімічних процесах за рахунок взаємодії з утворюваними в процесі електролізу оксигеновмісними окисниками.

– створено оптимальні електрокаталізатори за рахунок керованого хімічного та електрохімічного модифікування анодних матеріалів для підвищення їх каталітичної активності та селективності у процесах окисного руйнування компонентів лікарняних стоків та в процесах електрохімічного синтезу сильних окисників;

– досліджено загальні закономірності реакцій окисної деструкції небезпечних компонентів

лікарняних стоків у пероксенових системах та встановлено вплив електричної та гідродинамічної схеми поєднання електрохімічних комірок в єдиний модуль на вихід за струмом та селективність руйнування полютантів в умовно безреагентних системах;

– проведено лабораторні іспити різних варіантів проточних модульних систем;

– створено рекомендації щодо застосування бінарних каталітичних систем для обробки лікарняних стоків; вибрано оптимальну схему та кількість електрохімічних комірок для поєднання їх в проточну модульну систему;

– розроблено лабораторний прототип модульної проточної системи, який успішно пройшов лабораторні випробування, довівши свою високу функціональність та ефективність.

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

В результаті проведення другого проміжного етапу створено науково-технічну продукцію (НТП):

1) “Оптимальний електрокаталізатор, створений за рахунок керованого хімічного та електрохімічного модифікування анодних матеріалів для підвищення їх каталітичної активності та селективності у процесах окисного руйнування компонентів лікарняних стоків”, створений шляхом керованого синтезу анодних матеріалів на основі  $PbO_2$  та  $SnO_2$  за рахунок впровадження добавок іонів, поверхнево-активних речовин та поліелектролітів як у гідратовану, так і у кристалічну зону оксиду. НТП відповідає світовим тенденціям розвитку теоретичної та технічної електрохімії, не має прототипів і аналогів;

2) “Оптимальний електрокаталізатор, створений за рахунок керованого хімічного та електрохімічного модифікування анодних матеріалів для підвищення їх каталітичної активності та селективності в процесах електрохімічного синтезу сильних окисників” із активним шаром на основі металів платинової групи, селективний до утворення гіпохлориту з низькоконцентрованих хлоридних розчинів. Показано, що такий анод не є ефективним електрокаталізатором прямого електрохімічного окиснення забруднювачів, однак його застосування дозволяє на аноді одержати велику кількість гіпохлориту, а також певну кількість кисню, що за відновлення на катоді приводить до синтезу гідроген пероксиду та утворення додаткової пероксенової системи. НТП відповідає світовим тенденціям розвитку теоретичної та технічної електрохімії, не має прототипів і аналогів.

В результаті проведення третього остаточного етапу створено науково-технічну продукцію (НТП):

3) “Рекомендації щодо застосування бінарних каталітичних систем для обробки лікарняних стоків” зі застосування бінарних систем гіпохлоритна кислота-гідроген пероксид, або гіпохлоритна кислота – опромінення, або гіпохлоритна кислота – гомогенний/гетерогенний каталізатор для обробки лікарняних стоків. Стічні води лікарняних стоків містять достатню кількість хлорид-іонів, для того щоб окисник (гіпохлоритна кислота, наприклад) за використання електрокаталізатора з активним шаром на основі металів платинової групи наростає постійно. Потрібна наявність освітлення (для синтезу гіпохлоритної кислоти достатньо денного освітлення). В реагентній суміші каталізатором може бути гідроген пероксид або озон, що утворюється за використання діоксидносвинцевого анода. Показано, що в таких системах у процесі гомогенно/гетерогенного (фотокаталізу) утворюються кисеньвмісні радикали з високими стандартними електродними потенціалами. Гідроксил-радикали та інші реакційноздатні частинки генеруються за участю інших окисників (озон, гідроген пероксид), а також за допомогою фотокаталізаторів, електрохімічним шляхом, тощо;

4) “Оптимальна технологічна схема очистки лікарняних стоків”, яка включає два типи проточних електрохімічних модулів, поєднаних в єдину систему. В першому модулі використані матеріали на основі модифікованих або композитних  $PbO_2$ -анодів, для яких встановлена висока швидкість прямого електрохімічного руйнування забруднювачів різного типу. Додатково на таких анодах утворюється значна кількість озон-кисневої суміші. Невелика відстань між електродами дозволяє на катоді реалізувати кисневий електрод, на якому утворюється гідроген пероксид. За рахунок домішок озону це створює в об’ємі електроліту типову пероксенову систему з високою окисною здатністю. В другому модулі використані металічні аноди, модифіковані металами групи Платини. За однакових базових хімічних та фізико-хімічних

властивостей оксидних анодів зміна їх електрокаталітичної активності та селективності до цільових процесів відбувається за рахунок варіювання природи та концентрації добавки іона – мікромодифікатора поверхні;

5) “Лабораторний прототип модульної проточної системи”, що включає електролізер із оксидними анодами, мікромодифікованими добавками різних іонів, із високою каталітичною активністю та селективністю до електрохімічної конверсії в залежності від функціональної групи (галоген-, нітро- та аміногрупи) та електролізер із металічними анодами, модифікованими металами групи Платини, що проявляють високу каталітичну активність та селективність у синтезу гіпохлоритної кислоти. В результаті електролізу стічної води лікарень утворюється єдиний проміжний продукт у вигляді бензохінону, який руйнується спочатку до нетоксичних аліфатичних сполук, а потім (за необхідності) до води та карбон діоксиду. Прототип включає в себе автономну систему подавання води на базі насосу, електролізер та вбудоване або зовнішнє гальваностатичне джерело струму. Розроблений прототип успішно пройшов лабораторні випробування, довівши свою високу функціональність та ефективність.

Дані НТП створять умови для впровадження в практику нових високоефективних технологій обробки високотоксичних і біологічно небезпечних лікарняних стоків безпосередньо в лікарнях, що буде економічно доцільнішим, на навколишнє середовище не впливають.

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

Передбачається, що основні наукові та прикладні результати, отримані в результаті виконання проєкту, дозволять розробити нові електрохімічні проточні системи для їх застосування за місцями використання, що суттєво скоротить логістичні та транспортні витрати. Буде вирішена важлива проблема локальної первинної обробки лікарняних стоків, що створить додатковий бар’єр для розповсюдження небезпечних вірусів і патогенних бактерій із підвищеною резистентністю до сучасних лікарських препаратів.

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

Після проведення НДР має бути спроектована та зібрана пілотна установка для проведення випробувань із обробки лікарняних стоків в умовах інфекційної лікарні. Для цього мають бути залучені як додаткові кошти державного бюджету, так і кошти приватних інвесторів. За умови успішного проведення випробувань та за рахунок фінансової підтримки приватних інвесторів мають бути спроектовані промислові модульні установки для обробки лікарняних стоків, організоване в Україні їх промислове виробництво, а також всіх необхідних комплектуючих для виробництва і поточного обслуговування. На етапі широкомасштабного впровадження такого обладнання в лікарнях, має бути створена система регіональних сервісних центрів для установки, поточного ремонту та обслуговування обладнання, що працює в умовах міських та районних лікарень. Передбачається, що обладнання працюватиме в лікарнях в автоматичному режимі та не потребуватиме залучення додаткових працівників. Обслуговування та поточний ремонт (за необхідності) здійснюватиметься працівниками сервісних центрів на основі договорів із лікарнями.

#### **Науковий керівник Проєкту**

Завідувач кафедри фізичної хімії ДВНЗ УДХТУ

(посада)

Олександр ВЕЛІЧЕНКО

Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ

(підпис)