

## РЕЦЕНЗІЯ

**рецензента, к.т.н., доцента Підгорної Лідії Пилипівни**  
на дисертаційну роботу **Дунаєвої Анастасії Романівни**  
**«Полімерні люмінесцентні сенсори на основі флавоноїдів»,**  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

Детальний аналіз дисертаційної роботи Дунаєвої Анастасії Романівни на тему «Полімерні люмінесцентні сенсори на основі флавоноїдів», що представлена для захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут», дає змогу зробити комплексний висновок щодо її актуальності, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності та значущості отриманих результатів, наукової новизни, теоретичної та практичної цінності, надати загальну оцінку дисертації.

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

Стан довкілля у світі на сьогодні є об'єктом особливої уваги наукової спільноти, оскільки людська діяльність дедалі активніше впливає на екосистеми. Два ключові чинники визначають зростання потреби в ефективних системах екологічного моніторингу. По-перше, це посилення антропогенного впливу внаслідок науково-технічного прогресу — промислове виробництво, енергетика, сільське господарство та транспорт спричиняють забруднення оточуючого середовища. По-друге, це руйнівний вплив збройних конфліктів, які сьогодні мають високотехнологічний характер і супроводжуються використанням складної техніки, дронів, електроніки та новітніх боєприпасів. Це призводить до забруднення територій іонами важких металів, зокрема в місцях ведення бойових дій, де середовище стає небезпечним для життя й господарської діяльності.

У таких умовах надзвичайно важливою є розробка високочутливих, стабільних і екологічно безпечних сенсорних систем для виявлення та контролю забруднення, особливо в режимі реального часу.

Оскільки більшість попередніх досліджень зосереджувалась на низькомолекулярних сенсорах, саме розробка полімерних сенсорів на основі природних флавоноїдів є сучасним і науково обґрунтованим кроком уперед. Це дослідження є важливим як для науки, так і для практичного впровадження у сфері охорони довкілля.

Дисертаційна робота Дунаєвої А. Р. спрямована на вирішення актуальної наукової проблеми і відповідає пріоритетному напрямку розвитку науки і техніки – розробці і дослідженню нових матеріалів – полімерних люмінесцентних сенсорів на основі природних сполук – флавоноїдів, за допомогою яких може проводитись екологічний моніторинг забруднення навколишнього середовища іонами металів, а також стежити за змінами в екосистемах у режимі реального часу.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертація виконувалась відповідно до наукової програми 161 - «Хімічні технології та інженерія», яка була впроваджена на кафедрі технології пластичних мас і біологічно активних полімерів, навчально-наукового інституту хімічних технологій та інженерії НТУ «ХП».

Проведені дослідження тісно пов'язані з кафедральними державними бюджетними темами НТУ«ХП» «Модифікація полімерних композиційних матеріалів і композиційних систем на їх основі» (0117U004805) та «Дослідження полімерів та композиційних матеріалів на основі функціонального призначення» (0123U04325).

## **3. Наукова новизна одержаних результатів**

Ідея дисертаційної роботи є оригінальною, не має аналогів у науковій літературі. Наукова концепція аргументована: показано зв'язок між існуючими дослідженнями та запропонованим в роботі рішенням.

З найбільш суттєвих доробок роботи можна назвати:

1) вперше синтезовано сітчасті полімери на основі полі(гліцидилових етерів 3,3',4',5,7-пентагідроксифлавоно); встановлено будову синтезованих сітчастих полімерів та досліджено їх фізико-хімічні, термічні та спектральні властивості;

2) вперше одержано прозорі плівки на основі сітчастих флавоноїдвмісних полімерів методом центрифугування з розчинів;

3) вперше досліджено вплив бінарного розчинника ацетон/диметилсульфоксид на морфологію та особливості формування надмолекулярної структури полімерів та пористості одержаних полімерних плівок на основі сітчастих флавоноїдвмісних полімерів;

4) вперше проведено квантово-хімічне моделювання взаємодії отриманих сітчастих полімерів з різними іонами металів на підставі реакції комплексоутворення між відповідним полімером і металовмісними солями та досліджено експлуатаційні властивості отриманих полімерних люмінесцентних сенсорів.

#### **4. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Дослідження мають певну практичну цінність - на основі розроблених матеріалів і одержаних плівок можливі процеси комплексоутворення з іонами металів, в наслідок чого ці сполуки є перспективними для використання як люмінесцентні сенсори для детектування іонів металів з метою моніторингу забруднення навколишнього середовища.

Результати досліджень також впроваджено в Науково-дослідному інституті хімії при Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна як методика одержання нового сітчастого полімеру та в практику навчального процесу Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» і мають науково-технічний та соціальний ефект.

## **5. Повнота викладення матеріалів дисертації в наукових працях, які опубліковані автором.**

За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праць, у тому числі: 3 статті – у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базі Scopus, 2 з яких – у періодичних фахових виданнях України; 8 опублікованих матеріалів мають апробаційний характер. У зазначених публікаціях відображаються основні розділи дисертаційної роботи.

Вказане вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням, результати якого мають кінцевий прикладний результат у вигляді опису технологічного процесу одержання полімерних люмінесцентних сенсорів.

## **6. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Робота Дунаєвої А.Р. є завершеною науковою роботою, яка складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, переліку умовних позначень, п'яти розділів теоретичних та експериментальних аспектів створення люмінесцентних сенсорів на основі сітчастих полімерів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Дисертаційна робота *присвячена* розробці і дослідженню полімерних люмінесцентних сенсорів на основі природніх сполук – флавоноїдів, за допомогою яких може проводитись екологічний моніторинг забруднення навколишнього середовища іонами металів.

*Об'єктом* дослідження є синтез сітчастих полімерів на основі гліцидилових похідних 3,3',4',5,7-пентагідроксифлавону та дослідження процесу їх комплексоутворення з іонами різних металів.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження з урахуванням сучасного стану проблеми екологічного моніторингу та потреби в екологічно безпечних сенсорних матеріалах. Зазначено зв'язок роботи з науковими темами, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження,

охарактеризовано застосовані методи. У вступі також розкрито наукову новизну, практичне значення результатів, відображено особистий внесок здобувача, подано інформацію про апробацію результатів та їх публічне висвітлення. Наведено загальну характеристику структури та обсягу дисертації.

Мета роботи сформульована чітко, має наукову обґрунтованість.

В *першому* розділі розглянуто обґрунтування та теоретичні аспекти створення люмінесцентних сенсорів на основі сітчастих полімерів. Проведено аналіз сучасних методів отримання плівкових полімерних люмінесцентних сенсорів. Сформульовано завдання дисертаційного дослідження.

В *другому* розділі описані вихідні речовини, а також надана характеристика методів та обладнання для теоретичних і експериментальних досліджень, що були проведені в дисертаційній роботі.

Обрані методи досліджень відповідають меті роботи, є сучасними та ефективними для вирішення поставленої проблеми.

В *третьому* розділі проведено комп'ютерне моделювання синтезу, а також здійснено синтез зшитих полімерів на основі гліцидилових етерів кверцетину, досліджено структуру та спектральні властивості цих сполук. Вивчено закономірності впливу складу бінарного розчинника ацетон-диметилсульфоксид на характеристики одержаних пористих полімерних плівок. Здійснено квантово-хімічне моделювання та теоретичне прогнозування процесу комплексоутворення полімерних лігандів на основі гліцидилових етерів 3,5,7,3',4'-пентагідроксифлавону з іонами металів.

В *четвертому* розділі на підставі реакції комплексоутворення між відповідним полімером і металовмісними солями виконано синтез раніше не описаних полімерних комплексів. Будова синтезованих речовин підтверджена методами ІЧ-, УФ-vis-спектроскопії та люмінесценції, також підтверджено флуоресцентні властивості полімерметалевих комплексів.

В *п'ятому* розділі проведено комплексне дослідження експлуатаційних властивостей одержаних полімерних плівкових сенсорів на основі кверцетинвмісних зшитих полімерів, зокрема таких, як фотостабільність,

фунгіцидність, фунгістатичність, грибостійкість та адгезія полімерних плівок до скляного субстрату.

Послідовність етапів роботи логічна. Кожен наступний етап впливає з попереднього. На підставі проведених досліджень визначено кінцевий прикладний результат у вигляді технологічної схеми одержання полімерних плівкових сенсорів на основі флавоноїдів.

У висновках сформульовано основні наукові результати, які логічно випливають із поставлених завдань і проведених експериментів. Висновки відображають як наукову новизну, так і практичну цінність отриманих даних.

*Список використаної літератури* є актуальним, різноманітним та достатньо об'ємним для повного висвітлення теми дисертації. Включені джерела охоплюють актуальні наукові публікації останніх років авторів українських та іноземних джерел інформації.

*Додатки* містять інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

## **7. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність результатів дисертаційної роботи забезпечується цілісністю методичного підходу та використанням сучасного інструментарію досліджень. Застосування комп'ютерного моделювання (ReaxFF) дозволило передбачити особливості синтезу полімерів та їх властивості. Для підтвердження структури та функціональних характеристик полімерних сенсорів використано комплекс фізико-хімічних методів: УФ-, ІЧ-, <sup>1</sup>H ЯМР-спектроскопію, люмінесценцію, СЕМ та розрахунок параметрів розчинності.

Вивчення експлуатаційних властивостей матеріалів відповідно до стандартів ISO гарантує практичну достовірність результатів. Усі наукові висновки логічно обґрунтовані отриманими даними та підтверджені експериментально.

## **8. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підставу говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, і не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у трьох фахових статтях у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базі Scopus, аспірантка також активно приймала участь в українських та закордонних конференціях, де було проведено оприлюднення ідей, що викладено у дисертаційному дослідженні.

## **9. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

1. В експериментальній частині роботи наводяться спектральні параметри низки спектрів, а самі спектри не наводяться (спектри <sup>1</sup>H-ЯМР, ІЧ, ДСК та ін.), для підтвердження правильності інтерпретації висновків зацікавленій людині бажано б побачити їх в оригіналі;

2. доцільно було б порекомендувати потенційного українського виробника для здійснення розробленої технологічної схеми виробництва полімерних люмінесцентних сенсорів;

3. бажано провести попередню оцінку патентоспроможності результату наукової роботи та, за можливості, оформити патент України на винахід.

## **10. Висновки**

Дисертаційна робота Дунаєвої А.Р. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну, визначено кінцевий прикладний результат у вигляді опису технологічного процесу одержання полімерних люмінесцентних сенсорів та пропонуються перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає

спеціальності 161 – «Хімічні технології та інженерія» та галузі знань 16 – «Хімічна інженерія та біоінженерія».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Дунаєвої Анастасії Романівни «Полімерні люмінесцентні сенсори на основі флавоноїдів» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а сам автор, Дунаєва Анастасія Романівна, заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології пластичних мас і біологічно активних полімерів Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут»



Лідія ПІДГОРНА

01.07.2025

