

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Лапшуди Владислава Анатолійовича
на тему «Сенсори вологості на основі наноцелюлози для гнучкої електроніки»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування
за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка

Актуальність теми дисертації.

В останні роки прилади гнучкої електроніки привернули величезну увагу через їх потенційне застосування в носимих сенсорах для систем моніторингу стану здоров'я людини, у гнучких розумних мобільних пристроях і дисплеях. При цьому крім унікальних механічних характеристик важливою властивістю інвазивних та імплантованих сенсорів є біосумісність і здатність до розкладання в організмі людини чи тварини. Біорозкладні матеріали в якості основи сенсорів, наприклад для агропромислового використання, важливі також для їх утилізації після терміну служби під дією бактерій та грибів, не забруднюючи навколишнє середовище. Тому тема даної дисертації, присвяченої дослідженню наноцелюлози та її модифікацій для застосування у якості вологочутливого шару у складі біорозкладних/біосумісних сенсорів відносної вологості повітря, зокрема для носимої та гнучкої електроніки, є безумовно актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- досліджено вплив вихідного чутливого матеріалу та методу виготовлення наноцелюлози на параметри твердотільних сенсорів вологості;
- виготовлено, а також досліджено гнучкі сенсори вологості на основі плівок наноцелюлози;
- виготовлено гнучкі сенсори вологості на основі композиту наноцелюлоза/полівініловий спирт з метою покращення механічних параметрів сенсорів та проведено їх дослідження;
- виготовлено гнучкі сенсори вологості на основі плівок карбонізованої наноцелюлози - нового матеріалу, який був застосований для покращення часових характеристик сенсорів, а також проведено дослідження отриманих сенсорів;

- проведено дослідження використання отриманих сенсорів для моніторингу дихальної активності людини.

При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі завдань щодо створення сенсорів вологості також були побудовані математичні моделі, покликані визначити оптимальну конфігурацію електродів, товщину плівки, тип матеріалу сенсора для конкретного застосування. Також на основі отриманих експериментальних даних було визначено домінуючий механізм адсорбції, який притаманний nanoцелюлозі у кожному випадку.

Крім того, достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та висновків підтверджено результатами виконаних автором низки експериментів, наведених в дисертаційній роботі, їхньою апробацією на міжнародних наукових і науково-практичних конференціях та публікаціях у фахових наукових виданнях України та закордоном.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі мікроелектроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР № 2301/2-п “Екологічно безпечні технології перероблення недеревної рослинної сировини у nanoцелюлозні композиційні матеріали для органічного пакування і зеленої гнучкої електроніки” (2020-2022 рр) та ініціативної теми № 0123U105274 “Органічно-неорганічні гібридні структури для електронних сенсорів” (2023-2025 р) під керівництвом доцента кафедри мікроелектроніки, кандидата технічних наук, доцента Коваль Вікторії Михайлівни.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розробити, виготовити та дослідити гнучкі сенсори відносної вологості повітря на основі nanoцелюлози та її модифікацій виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Лапшуди В.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 153 – Мікро- та наносистемна техніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Мікро- та наносистемна техніка».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Нові речовини і матеріали».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Лапшуди Владислава Анатолійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіювання,

фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок.

Результати проведених досліджень представлені структуровано, послідовно із використанням загальноприйнятої термінології для напрямку дисертаційних досліджень та дотриманням переважно наукового стилю написання.

У вступі представлена загальна характеристика роботи та обґрунтована актуальність досліджень, стан розробки за напрямком наукових досліджень, наведена мета та задачі досліджень, вказано об'єкт, предмет і методи дослідження, висвітлено наукова та практична новизна отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача та наведена інформація про апробацію результатів роботи та публікації.

У першому розділі представлено огляд типів сенсорів вологості, їх конструктивних особливостей та матеріалів, із яких їх виготовляють. Проведено аналіз параметрів розроблених на сьогодні сенсорів вологості. Наведено висновки до розділу.

У другому розділі проведено моделювання залежності параметрів сенсорів відносної вологості повітря від топології електродів, їх розмірів, товщини вологочутливої плівки для ємнісних і резистивних сенсорів вологості. Зроблено висновок щодо оптимальної топології та конструктивних розмірів для даного типу сенсорів. Наведено висновки до розділу.

Третій розділ присвячений дослідженню твердотільних сенсорів відносної вологості повітря на основі наноцелюлози. Дослідження проводилося для визначення оптимальних параметрів товщини вологочутливої плівки, а також вихідного матеріалу та способу синтезу наноцелюлози. Були визначені залежності для статичних параметрів, таких як відгук, чутливість, гістерезис, та динамічних параметрів, таких як швидкодія та стабільність. Наведено висновки до розділу.

У четвертому розділі описано дослідження параметрів гнучких сенсорів відносної вологості на основі наноцелюлози та її модифікацій (композит наноцелюлоза/полівініловий спирт та карбонізована наноцелюлоза). Аналогічно до попереднього розділу були визначені статичні та динамічні характеристики

виготовлених сенсорів, а також визначена залежність цих параметрів від матеріалу, із якого виготовлені сенсори. Також наведені результати досліджень впливу деформації на параметри сенсорів та біорозкладності матеріалів, з яких виготовлено сенсори. Наведено висновки до розділу.

У п'ятому розділі було проведено дослідження використання отриманих сенсорів для моніторингу дихальної активності людини. Було доведено, що розроблені сенсори можуть використовуватися з даною метою, а також був визначений оптимальний вологочутливий матеріал для таких застосувань. Наведено висновки до розділу.

У розділі «Основні наукові та практичні результати і висновки» автором узагальнені висновки по дисертаційній роботі.

У додатках наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та зазначений особистий внесок здобувача в кожній роботі, а також у вигляді таблиць надані результати експериментальних досліджень.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 12 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 6 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 2 статті у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації здобувача за темою дисертації пройшли перевірку на плагіат, рецензування та відповідають вимогам фахових наукових видань України і закордоном. Це підтверджує їх високий науковий рівень та дотримання принципів академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих із співавторами, є вагомим. У публікаціях повністю відображені всі результати дисертаційних досліджень автора.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У третьому розділі використовується багато графіків з лінійною апроксимацією, однак не наведено коефіцієнт детермінації, величина якого свідчить про достовірність апроксимації.
2. В п'ятому розділі до графіків відгуку на різний темп дихання не вказана його кількісна оцінка, тобто кількість подихів/хв, що є важливим для розмежування різних видів захворювань людини.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Лапшуди Владислава Анатолійовича на тему «Сенсори вологості на основі наноцелюлози для гнучкої електроніки» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань Автоматизація та приладобудування. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Лапшуда Владислав Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка.

Рецензент:

професор кафедри мікроелектроніки,
факультету електроніки,
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського».
кандидат технічних наук, професор

