

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Лапшуди Владислава Анатолійовича

на тему «Сенсори вологості на основі наноцелюлози для гнучкої електроніки»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування

за спеціальністю 153 – Мікро- та наносистемна техніка

Актуальність теми дисертації.

Актуальність теми дисертації полягає у розробці технології виготовлення приладів гнучкої електроніки на основі біорозкладних матеріалів, особливістю якої є здатність самочинно розкладатись у природі. Синтезовані в роботі біорозкладні матеріали використовувалися для створення сенсорів відносної вологості повітря. Дані сенсори використовувалися для моніторингу параметрів дихальної активності людини, оскільки були достатньо гнучкими, щоб наноситись на тіло людини, та біорозкладними, що дає можливість використовувати їх одноразово.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- досліджено вплив природи матеріалу, із якого екстраговано наноцелюлозу, методу її екстракції та товщини вологочутливого шару на характеристики сенсорів вологості;
- запропоновано структуру гнучких сенсорів вологості, а також виготовлено та досліджено лабораторні зразки сенсорів вологості на основі плівок наноцелюлози;
- розроблено композит на основі наноцелюлози та полівінілового спирту з метою покращення механічних параметрів плівок, виготовлено гнучкі сенсори вологості на основі цього композиту та проведено їх дослідження;
- розроблено новий матеріал, карбонізована наноцелюлоза, а також технологія її синтезу, виготовлено гнучкі сенсори вологості на її основі та проведено дослідження отриманих сенсорів;
- показана можливість використання отриманих сенсорів для моніторингу дихальної активності людини.

Під час вирішення завдань, поставлених у дисертації щодо розробки сенсорів вологості, були розроблені математичні моделі для визначення

оптимальної конфігурації електродів, товщини плівки, типу сенсора тощо для різних застосувань. Також, на основі експериментальних даних, була встановлена модель адсорбції, характерна для наноцелюлози.

Крім того, надійність і обґрунтованість отриманих результатів та висновків підтверджується результатами проведених автором численних експериментів, наведених у дисертаційній роботі, їх презентацією на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, а також публікаціями у фахових наукових журналах 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 наноцелюлозні 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.

отовити гнучкі сенсори відносної вологості повітря на основі наноцелюлози 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 Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розробити та вигматеріали».

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, компіляції, 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 обґрунтовано значимість дослідження, висвітлено поточний стан розробок у науковій сфері, окреслено мету та завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову та практичну новизну досягнутих результатів, вказано особистий внесок здобувача та наведено інформацію про перевірку результатів роботи та їх оприлюднення.

У першому розділі виконано огляд існуючих сенсорів вологості, їх фізики роботи, конструкції та матеріалів. Проведено аналіз параметрів відомих сенсорів вологості, при чому як промислових зразків, так і прототипів, описаних у науковій літературі.

У другому розділі проведено моделювання параметрів сенсорів відносної вологості повітря від структури електродів, товщини вологочутливої плівки для ємнісних та резистивних сенсорів вологості. Також було визначено механізм адсорбції, базуючись на результатах, отриманих за час експериментів. Зроблено висновок з приводу того, яка топологія і з якими розмірами найкраще підходить для виготовлення таких сенсорів.

Третій розділ присвячений розробці твердотільних сенсорів відносної вологості повітря. Дослідження проводилося для визначення впливу товщини вологочутливої плівки, а також вихідного матеріалу та методу екстракції на параметри сенсорів.

У четвертому розділі досліджувалися гнучкі сенсори на основі наноцелюлози та її модифікацій, були визначені залежності характеристик сенсорів від складу композитного матеріалу, досліджено біорозкладність матеріалів, із яких виготовлено сенсори.

У п'ятому розділі наведено приклади використання сенсорів для моніторингу дихання людини для різної конфігурації вимірювального стенду та місця кріплення сенсорів на тілі людини.

У розділі основні наукові та практичні результати і висновки наведено висновки до дисертаційної роботи.

У додатках наведено список публікацій здобувача за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача в кожній роботі, а також наведено табличні дані результатів експерименту.

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 за кордоном, що підтверджує їх високий науковий рівень та дотримання принципів академічної доброчесності. Вагомим є особистий внесок здобувача до всіх наукових публікацій, опублікованих із співавторами.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі не наведено детальний опис процесу виготовлення композиту наноцелюлоза-полівініловий спирт (НЦ-ПВС). Зокрема не вказано, в якій формі використовувався вихідний матеріал ПВС і яким чином він додався до складу наноцелюлози.
2. З роботи не зрозуміло, навіщо синтезували сенсори на підкладці з полііміду, адже така підкладка не є біорозкладною, на відміну від наноцелюлози та композитів на її основі.

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».
доктор технічних наук, с.н.с



Володимир ВЕРБИЦЬКИЙ

М.П.



2024 року

Підпис Вербицького В.

ЗАВІРЯЮ: ДЕКАН ФЕЛ

ВАЛЕРІЙ ЖУЙКОВ