

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Інституту сцинтиляційних матеріалів
Національної академії наук України,
доктору фізико-математичних наук,
професору
ЛИСЕЦЬКОМУ Лонгіну Миколайовичу

ВІДГУК

**рецензента, кандидата технічних наук, старшого дослідника,
завідувача лабораторії тугоплавких сцинтиляційних матеріалів**

Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України

ТУПЩИНОЇ Ірини Аркадіївни

на дисертаційну роботу

ПСКЛОВОЇ Поліни Валеріївни

«Взаємодія J-агрегатів ціанінових барвників, сформованих у тонких плівках та пористих матеріалах», подану до захисту у разову спеціалізовану вчену раду Інституту сцинтиляційних матеріалів Національної академії наук України на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки

Актуальність обраної теми дисертації. Ціанінові барвники привертають увагу дослідників завдяки своїм унікальним оптичним властивостям, зокрема, вузьким спектральним смугам поглинання та люмінесценції. Їх здатність формувати J-агрегати, люмінесцентні супрамолекулярні комплекси, відкриває широкі можливості для застосування в фотоніці, оптоелектроніці, біології та медицині. Однак, нестабільність J-агрегатів у звичайних середовищах обмежує їх практичне використання.

Необхідно розробити методи стабілізації J-агрегатів шляхом формування їх у більш "жорсткому" середовищі, наприклад, у тонких полімерних плівках та

нанопористих матрицях. Саме цьому дослідженню механізмів формування та взаємодії J-агрегатів в тонких полімерних плівках та пористих матрицях TiO_2 , з метою створення стабільних J-агрегатів з покращеними оптичними властивостями, присвячена дисертаційна робота Пісклової Поліни Валеріївни.

Результати дослідження Пісклової Поліни Валеріївни дозволять отримати нові знання про формування та стабілізацію J-агрегатів, що дасть змогу розробити нові матеріали з покращеними оптичними властивостями для фотоніки та оптоелектроніки.

Загальна характеристика роботи та отриманих у ній результатів. Загальний обсяг кваліфікаційної наукової праці, що подана на рецензію, складає 212 сторінок та складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел з 285 найменування, 2 додатків та містить 103 рисунки та 2 таблиці.

У *першому розділі* дисертаційного дослідження наведено огляд літератури, що містить 191 посилання, і в якому описано сучасний стан дослідження процесів агрегації органічних люмінофорів у наноструктурованих матеріалах, а також їх оптичні та морфологічні особливості.

У *другому розділі* дисертаційного дослідження наведено опис обладнання та методики, за допомогою яких проводилась підготовка експериментальних зразків та характеристика їх оптичних та морфологічних властивостей.

У *третьому розділі* дисертаційного дослідження приділяється увага ретельному дослідженню агрегаційної поведінки барвника 3,3'-дисульфобутил-5,5'-дихлоротіакарбоціанін триетиламонію (ТСС) з використанням методів оптичної спектроскопії, люмінесцентної та електронної мікроскопії.

У *четвертому розділі* дисертаційного дослідження вирішується питання взаємодії двох карбоціанінових барвників, TD6C і ТСС, один з одним в різних середовищах. Дослідження показують, що формування поверхневих екситонних поляритонів посилює передачу енергії між J-агрегатами. Здобувач ствердує, що коли барвники розташовані максимально близько один до одного, екситони в J-агрегатах стають більш когерентними, а їх час життя зменшується. Це свідчить про те, що

шляхом правильного підбору умов можна створити ефективні системи для перенесення енергії на основі J-агрегатів різних карбоціанінових барвників.

У *п'ятому розділі* дисертаційного дослідження показано, що ціанінові барвники ефективно адсорбуються на поверхні TiO_2 у вигляді мономерів або J-агрегатів і можуть бути використані як фотосенсибілізатори для органічних сонячних елементів або фотодетекторів.

Висновки дисертаційної роботи повністю відповідають поставленій меті дослідження та змісту представлених результатів.

Ступінь обґрунтованості та достовірності результатів, що отримані здобувачем, не викликають сумнівів, оскільки базуються на великому обсязі проведених експериментальних досліджень, виконаних на сучасному рівні з використанням високотехнологічного обладнання. Відомості про *особистий внесок* дисертанта повною мірою наведені в дисертації.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 3 статті, 1 патент на корисну модель, 2 публікації за матеріалами конференцій та 19 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях та школах. За змістом опублікованих наукових праць можна зробити висновок щодо достатньої повноти викладення у них основних положень дисертації. Зміст анотації у повному обсязі відповідає основним положенням дисертації.

Значущість дослідження для науки і практики. Всебічний аналіз дисертаційної роботи дозволяє зробити обґрунтований висновок, що дослідження, викладені у дисертації Пісклової Поліни Валеріївни не лише суттєво доповнюють наукові уявлення щодо агрегації ціанінових барвників в наноструктурованих матеріалах, але і дозволяють запропонувати конкретні шляхи оптимізації створення композитів з наведених барвників для їх подальшого застосування у фотовольтаїці та оптоелектроніці.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

1. В дисертації подовження часу загасання J-агрегатів при їх взаємодії у полімерній плівці пов'язано із впливом поверхневих екситонних поляритонів. З іншого боку, в умовах більшої густини електромагнітного поля, обумовленої випромінюванням даних поляритонів, зазвичай час загасання випромінювачів зменшується. З чим пов'язане зростання часу загасання у випадку взаємодії J-агрегатів?

2. Частотну залежність діелектричної проникності для двовимірних J-агрегатів у тонкій полімерній плівці було визначено зі спектрів поглинання. Чи визначалася діелектрична проникність у прямих вимірюваннях?

3. Спектри агрегатів ТСС дуже складні і, відповідно до результатів дисертаційної роботи, складаються зі смуг H-агрегатів, димерів, мономерів і J-агрегатів. Чому не наведено апроксимації окремих смуг у складних спектрах, що особливо важливо при визначенні положення максимуму кожної смуги і її ширини.

4. У дисертації вказано, що на перенесення енергії між J-агрегатами TDBC і ТСС у полімерних плівках впливають поверхневі екситонні поляритони, у зв'язку із чим постулюється зростання відстані між агрегатами, яка перевищує типові відстані між донором і акцептором згідно з теорією Ферстера. Але не наведено прямої залежності інтенсивності люмінесценції J-агрегатів TDBC і ТСС або їх часу життя від відстані між ними. Який вигляд вона має і яким законом може бути описана?

Однак, поставлені питання та зауваження не впливають на загальне позитивне враження від роботи, яка є завершеним науковим дослідженням, виконана на високому науковому рівні та має велику практичну цінність.

Відсутність порушення академічної доброчесності. Жодних ознак можливого плагіату або інших порушень академічної доброчесності не виявлено.

Загальний висновок та оцінка дисертації. Вважаю, що за актуальністю, новизною, рівнем і достовірністю отриманих наукових результатів дисертація Пісклової Поліни Валеріївни «Взаємодія J-агрегатів ціанінових барвників, сформованих у тонких плівках та пористих матеріалах» повністю відповідає всім

вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Пісклова Поліна Валеріївна, безумовно заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки.

Рецензент:
завідувач лабораторії
тугоплавких сцинтиляційних матеріалів
Інституту сцинтиляційних матеріалів
Національної академії наук України,
кандидат технічних наук,
старший дослідник

Ірина ТУПІЦИНА

Підпис засвідчую:
В.о. начальника відділу кадрів
Інституту сцинтиляційних матеріалів
Національної академії наук України



Інна СКОРИКОВА