

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Ходько А.А.

«Оптичні характеристики фотохромних молекул діарилетенів та систем фотохромні молекули - наночастинки», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.05 – Оптика, лазерна фізика.

Оптимізація оптичного відгуку фотохромних молекул та їх структурних змін під впливом імпульсного лазерного збудження є актуальною проблемою, вирішення якої необхідне для їх подальшого застосування у органічній оптоелектроніці. Незважаючи на інтенсивний синтез нових типів молекул протягом останніх років вплив структурних модифікацій фотохромного ядра та функціональних груп на динаміку циклізації молекул діарилетенів та систем фотохромні молекули - наночастинки золота потребують додаткових досліджень. Насамперед це зумовлено останніми технологічними досягненнями у оптимізації хімічної структури та умов синтезу, які дозволяють виготовляти все більш різноманітні фотохромні молекули, оптичні властивості яких можна варіювати в широких межах.

Насьогодні, проблема створення надійного наукового підґрунтя для цілеспрямованого передбачення оптичного відгуку фотохромних молекул різної морфології та систем фотохромні молекули - плазмонні наночастинки є недостатньо вивченою. Існує багато невирішених питань, які стосуються особливостей взаємодії зазначених систем з фемтосекундними лазерними імпульсами. Наразі актуальним завданням є інтеграція систем фотохромні молекули - плазмонні наночастинки у оптоелектронні системи.

Серед методів, які дозволяють проводити оптичну діагностику та ідентифікувати структурні зміни таких об'єктів, у даній дисертаційній роботі були обрані спектроскопія оптичного поглинання та фемтосекундна лазерна спектроскопія наведеного поглинання. Проведені у роботі Ходько А.А. дослідження оптичних властивостей доповнено структурно-морфологічними дослідженнями за допомогою просвічуваної електронної мікроскопії, які дозволили встановити взаємозв'язок між морфологією та оптичними властивостями. В результаті, було встановлено оптичні характеристики та динаміку процесу циклізації розчинів фотохромних молекул нового типу - фуран-вмісних діарилетенів, досліджено вплив структурних модифікацій фотохромного ядра і функціональних замісників на оптичні характеристики та динаміку циклізації нового типу фуран-вмісних похідних молекул діарилетенів, а також визначено фактори, що впливають на зменшення часу циклізації молекул діарилетенів.

Робота Ходько А.А. безумовно є актуальною і являє собою завершений комплекс досліджень. Підтвердженням актуальності і високого сучасного наукового рівня дисертації Ходько А.А. є публікація основних результатів у фахових наукових виданнях з високим імпакт-фактором та їх апробація на вітчизняних і міжнародних конференціях.

Достовірність отриманих результатів підтверджується використанням добре апробованих сучасних експериментальних методик, порівнянням з

даними інших дослідників та їх аналізом на основі сучасних теоретичних уявлень про досліджувані ефекти і явища.

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел (123 найменування на 14 сторінках). Рукопис дисертації викладено на 120 сторінках і він повністю відповідає вимогам щодо його оформлення.

Як видно зі вступу до дисертації та її автореферату, дослідження виконувались в рамках основних наукових напрямків, що розвиваються у Інституті фізики НАН України. Ці дослідження також інтегровані в сучасні міжнародні напрямки фундаментальних та прикладних наукових досліджень, доповідались на міжнародних наукових конференціях, частина роботи виконувалась у співпраці з науковими групами Університетів Німеччини.

Основний зміст дисертаційних досліджень повністю висвітлений в 16 наукових працях, серед яких 6 наукових праць опубліковано в реферованих фахових наукових журналах, 5 з яких індексуються науково-метричними базами Scopus та Web of Science та 10 тез доповідей на українських та міжнародних наукових конференціях.

Наукова цінність та новизна отриманих результатів дослідження оптичних характеристик розчинів фотохромних молекул нового типу - фуран-вмісних діарилетенів та систем фотохромні молекули - наночастинки полягає у наступному:

- встановлено динаміку процесу циклізації розчинів фотохромних молекул нового типу фуран-вмісних діарилетенів з оптимізованою структурою;
- вдосконалено методи оптичної та фемтосекундної лазерної спектроскопії наведеного поглинання нового типу фуран-вмісних похідних молекул діарилетенів з оптимізованою структурою, що дозволило з'ясувати вплив структурних модифікацій фотохромного ядра і функціональних замісників на оптичні характеристики та динаміку циклізації у фемтосекундному часовому діапазоні;
- порівняно швидкості оптичного відгуку молекул нового типу фуран-вмісних похідних з ацетилово-вмісними функціональними групами та терфенілтіазол-вмісними похідними молекул діарилетенів;
- показано, що наявність потрійних (YnPhT) та подвійних (TSC) ковалентних зв'язків між фотохромним ядром та функціональними групами, а також фотохімічна активність замісників призводять до зменшення часу циклізації молекул діарилетенів;
- досліджено оптичні характеристики систем фотохромні молекули - наночастинки у водно-етанольних розчинах та встановлено, що більш виражені донорні властивості тіосемікарбазонних груп призводять до утворення більших агрегатів наночастинок Au при взаємодії молекул C5F-TSC порівняно з молекулами C5F-MTSC (до 20 наночастинок Au);
- отримані результати показали, що фуран-вмісні молекули діарилетенів з оптимізованою структурою є перспективними для застосування у оптоелектроніці, зокрема у оптико-керованих молекулярних сенсорах з субпікосекундним оптичним відгуком.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, підтверджується комплексністю проведених досліджень із застосуванням добре апробованих сучасних методик оптичної діагностики, контролем морфології за допомогою електронної мікроскопії та відтворюваністю результатів досліджень. Визначені автором оптичні властивості розчинів фуран-вмісних діарилетенів з оптимізованою структурою та розчинів систем фуран-вмісні діарилетени - наночастинки золота несуперечливі, аргументовані та співставленні з відомими літературними даними та дослідженнями. Автор дисертаційного дослідження показала високий рівень володіння сучасними експериментальними методиками досліджень оптичних характеристик, у тому числі із використанням методик фемтосекундної лазерної спектроскопії наведеного поглинання.

Щодо **практичної цінності роботи**, то вона полягає у тому, що встановлення особливостей динаміки циклізації нового типу фуран-вмісних молекул діарилетенів довели їх перспективність для розробки оптоелектронних пристроїв, зокрема швидкодіючих місткових елементів з оптично-керованим опором для молекулярної електроніки. Вдосконалено метод дослідження фотоіндукованих швидкоплинних процесів у розчинах фотохромних молекул. Розроблено прототип компактної портативної оптичної установки на базі напівпровідникових та ртутних газорозрядних джерел випромінювання для дослідження оптичних характеристик та квантового виходу реакцій циклізації у розчинах фотохромних молекул.

Разом з тим по дисертації зроблено кілька зауважень і зазначені деякі недоліки, а саме:

1. В роботі показано, що внаслідок взаємодії Au наночастинок з відкритою формою молекул C5F-MTSC, у спектрах оптичного поглинання зареєстровано зміщення максимумів локального поверхневого плазмонного резонансу у довгохвильову область довжин хвиль та розширення смуг в залежності від концентрації молекул в розчині, яке пояснюється агрегацією наночастинок. При взаємодії оптичного випромінювання з плазмонними наночастинами не виключається вплив діелектричної проникності їх оточення, що, як відомо, впливає на спектральне положення плазмонного резонансу. Така можливість в роботі не обговорювалась.

2. У розділі 3.1 «Оптичні характеристики розчинів молекул ДАЕ» зміни форми спектрів поглинання розчинів молекул C5F-YnPhT в етанолі у відкритій та закритій формі пояснені ініціацією процесу циклізації молекули ультрафіолетовим випромінюванням та зворотнім процесом циклореверсії молекули через розривання С-С зв'язку у фотохромному ядрі молекули шляхом опромінювання молекули видимим випромінюванням. Проте, не в повній мірі описані деталі наведених спектрів, зокрема підстави для запропонованої інтерпретації спостережуваних смуг.

3. На початку оригінальних розділів не наведено вступної частини, яка б містила постановку задачі та зв'язувала його з іншими розділами. Такий опис, на мою думку, покращив би сприйняття дисертаційної роботи.

4. Є окремі випадки, коли у тексті дисертації зустрічаються стилістично неточні вирази та описки, наприклад, «У даній роботі методом

оптичної спектрофотометрії досліджено їх оптичні характеристики молекул ДАЕ», ст.60 «Час наростання оптичної густини, що відповідає зміні оптичної густини...», ст. 62. та ін.; Окремі рисунки містять занадто дрібні підписи.

Однак, ці зауваження не торкаються основних положень та висновків дисертації, а тому не можуть істотно знизити загальну позитивну оцінку роботи Ходько Аліни Андріївни.

Робота Ходько А.А. в цілому є завершеним науковим дослідженням в області оптичних досліджень процесу циклізації розчинів фотохромних молекул нового типу - фуран-вмісних діарилетенів з оптимізованою структурою. У роботі на сучасному рівні виконаний великий обсяг експериментальних досліджень та проведено їх узагальнення, що дозволило автору встановити та інтерпретувати оптичні властивості розчинів фуран-вмісних діарилетенів з оптимізованою структурою та розчинів систем фуран-вмісні діарилетени - наночастинки золота. Достовірність положень і висновків, наукова новизна і практична значимість отриманих результатів дають підстави вважати, що дисертація Ходько Аліни Андріївни відповідає усім критеріям МОН України щодо кандидатських кваліфікаційних робіт, а її автор заслуговує присудження їй ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.05 – Оптика, лазерна фізика.

Автореферат відповідає змісту дисертації.

Доктор фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри оптики фізичного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

С.В. Кондратенко

Підпис С.В. Кондратенко засвідчую: