

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Мультиана Володимира Вікторовича

КВАДРАТИЧНИЙ ТА КУБІЧНИЙ НЕЛІНІЙНО-ОПТИЧНІ ВІДГУКИ ГАРМОНІЧНИХ НАНОЧАСТИНОК ZnO ТА МОНОКРИСТАЛІВ KDP З ІНКОРПОРОВАНИМИ НАНОЧАСТИНКАМИ МЕТАЛООКСИДІВ

поданої на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 01.04.05 – оптика, лазерна фізика.

Робота присвячена дослідженню лінійного, квадратичного та кубічного нелінійно-оптичного відгуки біологічних маркерів – гармонічних наночастинок ZnO, та композитів на основі монокристалів KDP з наночастинками оксидів металів TiO₂ та Al₂O₃ при збудженні неперервним та імпульсним лазерним випромінюванням, що є важливим завданням для розвитку нелінійно-оптичної мікроскопії з використанням нового типу маркерів – гармонічних наночастинок, які можуть одночасно генерувати другу, третю та вищі оптичні гармоніки з високою ефективністю. Маркери на основі гармонічних наночастинок є перспективними для застосувань в області дослідження біологічних об'єктів завдяки можливості зміни довжини хвилі збудження, високої глибини візуалізації зображень та фотостабільності при довготривалих спостереженнях.

Представлена робота є експериментальною, автором проведена велика робота щодо створення і налагодження оптичних установок для прецизійних вимірювань. За безпосередньої участі автора створено експериментальний прототип приладу для аналізу індикатрис оптичного розсіювання при неперервному лазерному збудженні у видимому та інфрачервоному діапазоні та продемонстровано широкий спектр його застосування на різних типах матеріалів. Створено експериментальні установки та розроблено методики вимірювання нелінійно-оптичного відгуку, для вимірювання ефективності генерації гармонік за методикою сканування межі розділу. Особливо слід відзначити створення установки та проведення досліджень з мультифотонної мікроскопії окремих наночастинок ZnO. На цих установках проведено унікальні за точністю вимірювання оптичних характеристик досліджуваних об'єктів.

Серед вагомих результатів роботи: запропонована та експериментально реалізована методика неруйнуючої експрес-діагностики колоїдних суспензій наночастинок для характеристики нелінійно-оптичних властивостей гармонічних наночастинок. Експериментально досліджено залежність нелінійно-оптичного відгуку наночастинок від типу розчинника, що дає можливість вдосконалювати методики синтезу наночастинок з оптимальними параметрами (ефективністю генерації другої гармоніки).

В роботі проаналізовано ефективність наночастинок ZnO різного розміру, продемонстровано істотний вплив вмісту власних дефектів на прояв ефектів самовпливу лазерного пучка в монокристалах ZnO з різною концентрацією дефектів. Показано існування кореляція між величиною кубічної нелінійно-оптичної сприйнятливості з концентрацією власних дефектів.

В роботі виявлено особливості досліджуваних явищ, отримано числові дані для оптимальних розмірів наночастинок, способів їх синтезу, оптимального спектрального діапазону збудження другої і третьої гармонік. Отримані експериментальні дані можуть бути використані для вдосконалення та впровадження методу нелінійно-оптичної мікроскопії.

На мій погляд в роботі було б бажано більш детально зупинитись на побудові моделей, гіпотез щодо опису досліджуваних явищ, пояснення їх механізмів, особливо щодо оптимальних значень чи зростання на порядок досліджуваної величини, наприклад: обґрунтування оптимального розміру наночастинок, положення спектрів збудження максимуму другої і третьої гармоніки відносно один одного, зростання на порядок ефективності генерації другої гармоніки в KDP:HOA в порівнянні з номінально чистим кристалом KDP тощо. Також було б доцільно вказати для яких теоретичних моделей отримані дані можуть бути підтверджуючими чи вхідними.

Наукове дослідження є гарним прикладом міжнародної співпраці. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у провідних наукових виданнях: за темою дисертаційної роботи автором опубліковано 10 статей у фахових виданнях, матеріали досліджень були представлені у 17 доповідях на міжнародних наукових конференціях. Матеріал дисертації викладено послідовно, автореферат з достатньою повнотою відображає зміст дисертації.

Дисертаційна робота «Квадратичний та кубічний нелінійно-оптичні відгуки гармонічних наночастинок ZnO та монокристалів KDP з інкорпорованими наночастинами металооксидів» безумовно є вагомим внеском в розвиток оптики на сучасному етапі, являє собою закінчене наукове дослідження, задовольняє всім вимогам, що пред'являються до кандидатських дисертацій, а її автор Мультян Володимир Вікторович заслуговує на присудження вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук по спеціальності 01.04.05 -- оптика, лазерна фізика.

Учений секретар Міжнародного центру
«Інститут прикладної оптики» НАН України
к.ф.-м.н., с.н.с.

_____ Р.А. Лимаренко