

### **СТАНОВИЩЕ**

Относно дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“ в област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.1. Физически науки, докторска програма „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“

Докторант: Блага Христова Благоева, Институт по оптически материали и технологии „Акад. Й. Малиновски“, Българска академия на науките

Научни ръководители: проф. д-р Лиан Неделчев и проф. д-р Димана Назърова

Тема на дисертационния труд: „Фотоанизотропни среди за оптичен запис, чувствителни във видимата и ултравиолетовата спектрални области“

Член на научно жури, назначено със заповед № РД-15790/21.11.2024 г. на Директора на ИОМТ-БАН: доц. д-р Силвия Емилова Ангелова, Институт по оптически материали и технологии „Акад. Й. Малиновски“, Българска академия на науките

#### **I. Кратки биографични данни за докторанта**

Блага Христова Благоева е придобила ОКС „Бакалавър“ и ОКС „Магистър“ във Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ съответно през 2014 г. и 2017 г. От 2014 г. работи в ИОМТ-БАН, направление „Оптична метрология и холография“ като техник, след придобиване на ОКС „Бакалавър“ – като физик. От приложената диплома за ОКС „Магистър“ се вижда, че е завършила със среден успех от курса на обучение 5.93 и среден успех от дипломната работа на тема „Термично и оптично обратима анизотропия в азополимери“ – 6.00. Зачислена е като редовен докторант в ИОМТ-БАН през 2018 г.

#### **II. Общо описание на дисертационния труд**

Представеният за рецензиране дисертационен труд на тема „Фотоанизотропни среди за оптичен запис, чувствителни във видимата и ултравиолетовата спектрални области“ е с общ обем от 140 страници и е структуриран по следния начин: състои се от списък на съкращенията, въведение, литературен обзор (глава 1), резултати и обсъждане (глави 2 и 3), заключение, основни приноси, списък на публикациите, използвани в дисертацията, списък на изнесени доклади, списък на участия в проекти, приложение и библиография. Дисертационният труд съдържа 66 фигури и илюстрации и 12 таблици. Библиографията включва 223 литературни източника. Използваната литература е фокусирана към изследвания научен проблем. Приложенията имат пряко отношение към материала в дисертацията и следва да се разглеждат като част от дисертационния труд. Изложението в дисертационния труд е добре структурирано и логично, подкрепено от илюстративен материал и таблици с резултати. Дисертацията е придружена от автореферат с обем от 42 страници, който следва нейната структура и възпроизвежда съдържанието ѝ с изключение



на литературния обзор, списъка на изнесени доклади, списъка на участия в проекти и приложението.

Литературният обзор запознава читателя с молекулните процеси, протичащи в някои органични материали (азосъединения, стилбени и Шифови бази) под въздействие на поляризирана светлина. Тези процеси във фотоанизотропните материали са причина за възникване на линейно и кръгово двулъчепречупване. Изяснено е значението на високите стойности на двулъчепречупването за средите, предназначени за оптичен запис, както и за разработка на оптични превключватели и поляризационни дифракционни елементи.

Целта на дисертационния труд е да се установят оптималните параметри за индуциране на двулъчепречупване и за поляризационен холографски запис във фотоанизотропни материали, чувствителни във видимата и ултравиолетовата спектрални области. За постигане на целта докторантката формулира следните изследователски задачи:

1. Отлагане на тънки хомогенни слоеве с добро оптично качество;
2. Определяне на фотоанизотропните параметри на образците и проследяване на параметрите на запис и изтриване на двулъчепречупването  $\Delta n$ ;
3. Изследване на спектралната зависимост на  $\Delta n$  индуцирано в азополимер;
4. Получаване на оптични елементи и устройства: поляризационни дифракционни оптични елементи и оптичен превключвател;
5. Компютърно моделиране на дифракционната ефективност на повърхностни релефни решетки в азополимер.

За изследването успешно са приложени различни изследователски техники и подходи. Тези методични подходи съвсем точно отговарят на поставените изследователски задачи и правят постигането на целта възможно.

### III. Основни научни резултати

В дисертационния труд е описано изследването на общо единадесет различни среди за поляризационен холографски запис, чувствителни както във видимата, така и в ултравиолетовата спектрални области: четири полимера с азохромофори в страничната верига ( $P_1$ ,  $P_{1-2}$ ,  $P_2$ , PAZO), полиимид на базата на стилбен (PI-St), две дисперсни (DR1, DR13) и две кумаринови (CAD-Q, CAD-N) азобагрила, диспергирани в полимерна (PMMA) матрица, две Шифови бази (SB-S, SB-N), също диспергирани в PMMA. Приложен е методът на динамичен спекъл анализ за проследяване процеса на съхнене на азополимерни разтвори. Представени са изследвания на повърхностната топография, микроструктура и микромеханични характеристики на част от тях. Разгледани са и са сравнени фотоанизотропните параметри на материалите при облъчването им с линейно поляризирана лазерна светлина с дължина на вълната от видимата и ултравиолетовата част на спектъра.

Демонстрирана е възможността за многократни цикли на индуциране и оптично изтриване на двулъчепречупването в  $P_{1-2}$ , PAZO, CAD-Q, CAD-N и SB-N. Установено е, че за индуцирането на двулъчепречупване в т. нар. в дисертацията „guest-host“ системи (полимерни матрици, дотирани с багрило) важна роля имат както параметрите на напompващото лъчение, така и различни характеристики на образеца, като напр. вид на



полимерната матрица и концентрация на азобагрилото. Полимерът PAZO е идентифициран като най-подходящ за експериментите, свързани с поляризационен холографски запис. Оптимизирани са условията за получаване на тънки слоеве PAZO, предназначени за поляризационен холографски запис, а именно вид разтворител и дебелина на образците. Предложен е метод за подобряване на поляризационните свойства на оптичен елемент, представляващ кръгово поляризационен светоделител. Представени са данни от компютърно моделирането на дифракционната ефективност на повърхностни релефни решетки в PAZO.

#### **IV. Приноси и значимост на изследванията**

Научните изследвания, описани в дисертационния труд, са в авангардна област, особено важна за нашето съвремие - областта на оптичните технологии. Резултатите разкриват ролята на отделните фактори при индуциране на двулъчепречупване и при поляризационен холографски запис в различни по вид фотоанизотропни среди. Оптимизирането на условията на всеки етап от разработката на оптични елементи на базата на тези среди – от процесите на отлагане на слоевете до записа на елементите, е от голямо значение за тяхната висока ефективност и надеждност. Дисертационният труд съдържа научни резултати, които са с фундаментален характер и допринасят за разбирането на свойствата на материята и конкретни явления. Същевременно резултатите имат и практическа значимост – има възможност за използването им за подобряване на използвани в практиката материали и технологии.

Основните приноси, формулирани в дисертационния труд, отразяват точно научните резултати:

- За първи път е докладвана спектралната зависимост на двулъчепречупването индуцирано в азополимера PAZO. Доказано е, че този азополимер може да се използва за запис на поляризационни дифракционни елементи, работещи в широк спектрален диапазон. Оптимизирани са параметрите на двулъчепречупването в част от изследваните фотоанизотропни среди.
- Предложен е метод за подобряване на поляризационните свойства на оптичен елемент, представляващ кръгово поляризационен светоделител.
- Установено е влиянието на вида разтворител (вода и метанол) върху оптичното качество на получените от разтворите слоеве PAZO и върху параметрите на повърхностни релефни решетки, записани в този азополимер.
- Наблюдавани са супрамолекулни хирални структури в азополимерите PAZO и P<sub>1-2</sub>, които могат да действат като изцяло оптичен превключвател.

#### **V. Преценка на публикациите и личния принос на кандидата**

Изследванията по темата на дисертацията са изцяло или частично публикувани в 9 научни труда в пълен текст. Забелязани са 14 цитата на 2 от публикациите, свързани с дисертационния труд. От публикациите, включени в дисертацията, 1 е в списание от

категория Q1, 2 – в Q2. Блага Благоева е първи автор в 5 от 9-те публикации, втори автор в други 2, което е ясен индикатор за приноса ѝ в изследванията.

## VI. Критични бележки и препоръки

Докторантът има много ясен стил на писане, което помага материалът, изложен в дисертационния труд, да е разбираем. Направено е описание на химичната структура на изследваните основни групи съединения, на явления като изомерия (стереоизомерия и проторопна изомерия), но има малки неточности в изказа, като например твърдението на стр. 19, че „Шифовите бази имат не само пространствени изомерни (*транс-цис*) форми, но и енол-кето тавтомери (вид структурна изомерия).“ Това оставя впечатление, че се отнася за всички Шифови бази (което не е вярно), а не само за посочените на Фиг. I.6 структури. Освен това кето-енолна тавтомерия се наблюдава при много други съединения, включително при азобагрила при наличие на групи, при които може да се осъществи миграция на протон.

Препоръчвам използването на приетите термини *кето-енолна* тавтомерия и *host-guest* (домакин-гост) системи вместо *енол-кето* тавтомерия и *guest-host* системи.

Направените забележки и препоръки не намаляват стойността на дисертационния труд.

## VII. Заключение

Дисертационният труд на Блага Благоева представлява целенасочено, добре планирано (и качествено изпълнено) изследване на фотоанизотропни материали за оптичен запис, чувствителни във видимата и ултравиолетовата спектрални области. Постигнатите резултати и начинът на тяхното представяне в публикациите и в дисертационния труд ми дават основание да дам висока оценка. Извършена е голяма по обем научноизследователска работа на високо ниво, като докторантката е използвала богат инструментариум от методи.

Дисертационният труд напълно отговаря на изискванията за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“. На базата на научните приноси и значимостта на дисертационния труд изразявам своето положително мнение и предлагам на членовете на почитаемото научно жури да присъдят образователната и научна степен „Доктор“ по научна специалност „4.1. Физически науки“ на Блага Христова Благоева.

София

24.12.2024 г.

/доц. д-р Силвия Ангелова/