

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Димана Назърова,

ръководител на направление „Оптична метрология и холография“

**на Институт по оптически материали и технологии „Акад. Йордан Малиновски“ -
БАН**

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен '**доктор**'

в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика,

професионално направление: 4.1 Физически науки,

докторска програма: Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната
материя

Автор: Катерина Живкова Желязкова

Тема: „Структури за повърхнинен плазмонен резонанс и приложението им за
сензори“

Научен ръководител: доц. доктор Георги Лалев Дянков

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № Р33-1162 от 23.03.2017г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Структури за повърхнинен плазмонен резонанс и приложението им за сензори“ за придобиване на образователната и научна степен ‘доктор’ в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1 Физически науки, докторска програма “Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“. Автор на дисертационния труд е Катерина Живкова Желязкова – редовен докторант към катедра „Експериментална физика“ с научен ръководител доц. доктор Георги Лалев Дянков от ИОМТ - БАН.

Представеният от Катерина Живкова Желязкова комплект материали е в съответствие с чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ,

включва всички необходими документи.

Докторантката е приложила 5 научни публикации, от които 2 в списание с импакт фактор, 2 в списания с импакт ранг и 1 в реферирано списание.

2. Кратки биографични данни за докторанта

Катерина Живкова Желязкова е родена през 1986г. Тя е придобила последователно във Физически факултет на Пловдивски университет "Паисий Хилендарски" ОКС бакалавър по инженерна физика през 2009г. и ОКС магистър по Фотоника и модерни оптични технологии през 2012г. През 2008г.е завършила стажантска програма в „Завод за оптика“ АД за запознаване с производството на оптични компоненти и нанасяне на тънки слоеве върху тях. От януари 2011г. до юли 2012г. работила като експерт по програмиране и проектиране в “Ейсик Депо“ ООД, а от август 2012г. до сега работи като техник - медицинска техника в “Пентакс Медикъл България“ ЕООД. От март 2013г. е докторант – редовна форма на обучение в катедра „Експериментална физика“ на ПУ „Паисий Хилендарски“.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Целта на дисертацията е свързана с научно-изследователска експериментална и теоретична дейност с фундаментален характер, а в практически план резултатите са от актуален интерес за приложения като повърхнинни плазмонни резонансни (ППР) сензори. Основната цел на дисертацията е свързана с изследване на особеностите на ППР на границата с хирален течен кристал и потенциалът на тези особености за решаването на основните проблеми на ППР сензорите, което и определя високата степен на актуалност на настоящата работа. Изследванията, свързани с възбуждането и свойствата на ПП на границата с анизотропна среда са актуални и с висок приложен потенциал. Бурното развитие на фотониката в областта на изобретяването на нови наноструктурирани материали с уникални свойства правят актуалността на тематиката неоспорима.

4. Познаване на проблема

Направеното изложение и анализ в докторската дисертация показва, че докторантката добре познава състоянието на проблема и оценява творчески литературния материал. В дисертацията са използвани общо 107 литературни източници, главно книги и статии на утвърдени научни издателства, като повечето от

тях са публикувани след 2000 година.

5. Методика на изследването

Дисертационният труд има ясно формулирани цел и задачи. Целта на работата е изследване на особеностите на ППР на границата с хирален течен кристал. Добре са поставени четирите основни задачи. Избраните за изследване схемни решения за възбуждане на ППР, както и методите за теоретично изследване на характеристиките на резонанса при границата с хирален слой, позволяват постигане на поставената цел и получаване на адекватен отговор на задачите решавани в дисертационния труд.

6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в четири основни глави, заключение, основни приноси, списък на авторски публикации и участия на докторантката в научни форуми и проекти. Цялостното оформление е добре изпълнено и илюстрирано с фигури, схеми, снимки и таблици. Представени са 59 фигури, 2 таблици и 107 литературни източника.

В първа глава са разгледани основните теоретични понятия, свойства и закономерности при възбуждане на повърхнинни вълни. Разгледани са техниките на възбуждане на ППР и възбуждането на ППР на границата метал/хирална анизотропна среда. Дискутиран е методът за теоретичен анализ на отражение от хирални течни кристали. Трябва да се отбележи, че докторантката е дала обширен анализ на тази доста широка и тежка от към математически апарат област за възбуждането на повърхнинни плазмонни резонанси в различни схеми и структури. Добро впечатление прави това, че при описанието на различните схеми на възбуждане на ППР се обсъждат и техните предимства и недостатъци.

Във втора глава е представен теоретичен анализ на възбуждането на повърхнинен плазмон чрез хирален ТК слой в Отто конфигурация. Изследвани са спектрите на отражение като функция от ъгъла на падане за анизотропен и хирален ТК слой и спектрите на отражение като функция от дължината на вълната за холестеричен и смектичен ТК слой. Показана е зависимостта на плазмонният резонанс от Бреговото отражение от втори порядък.

В трета глава теоретично се разглежда възбуждането на ППР на границата метал/хирален ТК слой чрез Кречманн – Радър конфигурация. Представени са спектрите на отражение като функция от ъгъла на падане за анизотропен и хирален ТК

слой с дебелина 500 nm и 1400 nm и влиянието, което оказва хиралният ТК върху ППР при промяна на стъпката на спиралата, броят на периодите и ъгъла на наклон. Също така са изследвани и вълноводните моди в хирален ТК слой, критичните ъгли на падане при които се възбуждат и как си взаимодействат с ППР. Изведен е теоретичен модел на възбуждането на вълноводните моди и ППР в хирален ТК слой.

В четвърта глава се изследва възбуждането на ППР от дифракционна решетка изработена от диелектрична основа на диск CD-R с нанесен златен слой.

В първата част на четвърта глава се изследва теоретично ефективността на възбуждане на ППР върху тази златна дифракционна решетка. Теоретичните резултати са сравнени с експерименталните данни.

Втората част от тази глава е посветена на експериментално изследване на ППР на границата златна дифракционна решетка/индуциран хибриден холестеричен ТК.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Основните приноси на дисертационния труд имат научно-приложен характер с потенциално приложение за разработване на сензорни елементи на основата на повърхнинни плазмонни резонанси. По мое мнение те са следните:

1. Предложено е решение на два основни проблема на сензорите, базирани на ППР – температурната стабилност и чувствителност. Решението на единия включва възбуждане на ППР при Отто конфигурация с помощта на буферен слой от хирален ТК, с параметри, гарантиращи наличието на пик на Бреговото отражение при дължина на вълната на която е възбуден ППР, а на другия - възбуждане на ППР с p- и s- поляризация.

2. Осъществено възбуждане на ППР в ТК клетка с подложка златна дифракционна решетка на границата с хирален ТК. Предложен е нов тип температурен сензор, базиран на ТК клетка с подложка златна дифракционна решетка и хирален течен кристал като е достигната точност на измерване 0.5°C .

3. Показано е че ППР на границата с хирална анизотропна среда може да служи за характеризирането ѝ чрез взаимодействието с вълноводните моди. При дължина на стъпката на спиралата по – голяма или съизмерима с дължината на вълната - хиралността на структурата поражда ограничаване на критичните ъгли за възбуждане на необикновенните моди. При малки дължини на стъпката на спиралата броят на критичните ъгли расте, но диапазонът на разрешени за възбуждане на вълноводни моди

ъгли е по- малък от този на ахирална структура.

Не на последно място според мен в приносната част на дисертацията трябва да се отбележи като съществен принос на докторантката разработването лично от нея на специализирани програмни кодове за изчисленията на теоретичните модели и анализи.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Публикациите, които отразяват резултати на дисертацията, са 5 научни публикации и 15 доклади в научни конференции. Две от публикациите са в утвърдени научни списания с IF, две в списания с импакт ранг и една в реферирано списание, което показва научната значимост на работата. Всички статии са представени от колектив от 3 или 4 съавтора. Пет от научните публикации са в съавторство с ръководителя на докторантката. Добро впечатление прави фактът, че в 4 от статиите Катерина Желязкова е първи автор, което по безспорен начин показва нейния принос при провеждането на експерименталните изследвания и техния анализ. Забелязан е един цитат. Докторантката участва в 4 проекта и има две награди за най-добър постер.

9. Лично участие на докторанта

Докторантката е извършила огромна теоретична и експериментална работа и е направила обработка и анализ на получените резултати. Безспорно докторантката е запозната с теорията и методите използвани в дисертацията. Придобила е практически знания и умения за провеждане на научен експеримент и анализ на получените резултати. Както споменах в приносната част личният и принос е неоспорим също и поради изработването на програмните кодове за пресмятането на теоретичните модели и анализи.

Считам, че личното участие на докторантката в изготвяне на дисертационния труд е значимо.

10. Автореферат

Авторефератът отговаря на съдържанието на дисертационния труд и включва най- съществените резултати, илюстрирани с подходящи графики, фигури и снимки. Той е изработен според изискванията на съответните правилници и отразява основните резултати постигнати в дисертацията.

11. Критични забележки, въпроси и препоръки

Имам някои забележки към техническото оформяне на работата, като например:

Във фигура 1.17 са използвани надписи на латиница.

Във фигура 1.23 картинките за подточки д) и е) са разменени и от там и значенията не са коректни.

При описанието на техниките за възбуждане на ППР в обзорната част в първа глава не е направено разграничение на случая на възбуждане на ППР от изцяло метални (златни) дифракционни решетки и използваните по-нататък в дисертацията случаи на диелектрични дифракционни решетки метализирани с тънък слой метал. В научната литература има данни и за двата случая.

Към докторантката имам следните въпроси:

Как е определена дебелината на златния слой нанесен върху диелектричната дифракционна решетка разгледана в глава 4?

Как се отразява на резултатите според докторантката основното приближение на теоретичния модел при приемането на граничните повърхнини за полубезкрайни в случая на възбуждане на ППР при дифракционна решетка? Кога имаме основание да приемаме това приближение?

Моята препоръка е Катерина Желязкова да продължи работата си в това перспективно направление.

12. Лични впечатления

Запознах се с Катерина Желязкова при провеждането на Научната сесия на Института по оптически материали "Акад. Йордан Малиновски" - БАН през 2016 година. Имам добри лични впечатления от проведените с нея дискусии. Тя е един много способен, развиващ се млад учен с добри възможности и компетентности за прецизно провеждане на експериментални изследвания и задълбочено анализиране на теоретични задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд *съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и отговарят на **всички** изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на

ПУ „Паисий Хилендарски“. Представените материали и дисертационни резултати **напълно** съответстват на специфичните изисквания на Физическия факултет, приети във връзка с Правилника на ПУ за приложение на ЗРАСРБ.

Дисертационният труд показва, че докторантката Катерина Живкова Желязкова **притежава** добри теоретични знания и професионални умения по научна специалност „Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя“ като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Поради гореизложеното давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен ‘доктор’** на Катерина Живкова Желязкова в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.1 Физически науки, докторска програма: Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя.

07.05.2017 г.

Рецензент:

(доц. д-р Димана Назърова)