

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор” в научно направление 4.1 „Физични науки”, научна специалност - „Физика на вълновите процеси”

Научна организация: Институт по Оптически Материали и Технологии, Българска Академия на Науките

Автор на дисертационния труд: Наталия Димитрова Берберова

Тема на дисертационния труд: „Кохерентна оптична метрология : методи и реализация с пространствен светлинен модулатор”

Рецензент: Пламен Костадинов ПЕТКОВ, професор, д-р, инж. (ХТМУ)

1. Кратки биографични данни за дисертанта.

Наталия Берберова е родена в гр. София през 1985г. След завършване на основното си образование постъпва в Националната гимназия по прецизна техника и оптика „М.В. Ломоносов”, която абсолютира с отличие. От 2005г. е редовен бакалавър по „Инженерна физика” във Физическия Факултет на Софийския Университет „Св. Климент Охридски”. В същия факултет през 2011 г. придобива две магистърски степени: по специалност „Квантова електроника и лазерна техника“ и по специалност „Безжични мрежи и устройства”, защитавайки ги блестящо.

След спечелен конкурс, през 2012г. Наталия Берберова продължава обучението си в третата степен на обучение в Института по оптични материали и технологии при Българска Академия на Науките, започвайки изследване по тема „Кохерентна оптична метрология: методи и реализация с пространствен светлинен модулатор” в направление „Холография и оптична метрология” с ръководител проф. Елена Стойкова и доц д-р Петър Шарланджиев. Попаднала в една активно работеща научна група, докторантката бързо навлиза в научната проблематика, натрупва опит и за времето на редовната докторантура провежда три научни специализации в Южна Корея, Тайван и Финландия. Паралелно с провеждане на експеримента участва в 4 научни проекта и повече от 15 научни форума, като на 4 от тях изнася устни доклади. Прави много приятно впечатление огромната публикационна активност, в един период от само три

години (от 2012г. до 2015г.), докторантът има 21 публикации, като 13 от тях са в списания с IF и SJR.

2. Актуалност на проблема и обща характеристика на дисертационния труд.

Актуалността на научната проблематика не буди никакво съмнение в светлината на бурното развитие на оптичната метрология в последните две декади, на базата на големия напредък в компютърните технологии, двумерните оптични сензори и методите за цифрова обработка на изображения. В тази връзка развиването на нови оптични методи с кохерентно осветяване дава уникална възможност за провеждане на интерферометрично определяне на механични параметри, холографски запис и визуализиране на триизмерни обекти, включително и на прозрачни обекти, дистанционно характеризиране на частици в даден обем, осъществяването на оптичната кохерентна томография и дифракционната оптична томография и т.н. Очевидно различните оптимизации на динамичният спекъл анализ за проследяване на скоростта на протичане на процеси в даден обект чрез статистическа обработка на изменящи се във времето спекъл картини, формирани върху повърхността му, се явяват една актуална научна задача, рефлектираща върху различни области на практиката.

Рецензираният дисертационен труд е едно комплексно изследване посветено на разработване на методи за кохерентна оптична метрология в областта на профилометрията и динамичния спекъл анализ, които се реализират с цифрови дифракционни оптични елементи, генерирани с фазов пространствен светлинен модулатор. Целта е формулирана обосновано и конкретно, което се отразява и в правилната постановка на поставените две основни задачи свързани с генериране на синусоидална фазова решетка и последваща оптимизация на статистическата обработка в динамичния спекъл анализ с интензитетно-базирани поточкови алгоритми.

Дисертационният труд е написан на 165 стр., съдържа 95 фигури и илюстрации и 5 таблици, цитирани са 222 литературни източника, по-голямата част – публикации от последните 10 години. Дисертацията има класическа структура – увод, литературен обзор, експериментална част, заключение и приноси, организирани в 4 глави, завършващи с обширни коментари.

По същество дисертационният труд представя методи за оптична кохерентна метрология и реализацията им с фазов пространствен светлинен модулатор. Проектирани са синусоидални ивици с помощта на фазов пространствен модулатор и е направен теоретичен анализ на разпределението на интензитета, като функция на

разстоянието точков източник – решетка. Установени са условията за дискриминиране на Талбот равнините с нулев контраст, при повишаване контраста по надлъжната ос.

Коректно са оценени грешките при възстановяване на 3D повърхност, дължащи се на по-високите хармонични в ивичните структури, проектирани със СФР, с помощта на моделиране на профилометрично измерване на стандартен тестов обект, като е предложен оптимизационен алгоритъм базиран на моделиране на възстановяването на формата на тестовия обект при нарастващ модулационен параметър, потвърден експериментално.

Оценен е спекъл шума в проектираните ивици чрез нарушаване на времевата кохерентност на източника на светлина, като е установена 2.5 пъти редукция при осветяване с лазер в многомодов режим на генерация. Изследвано е влиянието на свиване на фазовата модулация от 2π на $\pi/2$ върху интензитета на ивиците, като аналитично получените резултати са потвърдени с експериментална проверка. Установена е възможността да се използва пространствен светлинен модулатор като дифракционен проектиращ елемент в профилометрична система.

По отношение на динамичния спекъл анализ за характеризиране на скоростта на протичане на процеси подробно са анализирани интензитетно-базирани поточкови алгоритми за построяване на двумерна карта на активността на процесите в даден обект. Предложен е нов поточков интензитетно-базиран алгоритъм за динамичен спекъл анализ превъзхождащ по бързодействие съществуващите.

Предложено е оценяване на ефективността на даден алгоритъм чрез анализ на функцията на плътността на вероятността на построената оценка, базирано на параметър за количествено сравнение на алгоритмите и за оценка на тяхната чувствителност, който се базира върху относителното припокриване на хистограми, получени в две съседни области.

Разработен е симулатор на контролируема поредица от корелирани спекъл изображения, позволяващ максимално доближаване до реалния експеримент при точно познаване на скоростта на симулираните процеси.

Авторефератът на дисертационния труд е изготвен съгласно утвърдените стандарти и изисквания на Правилника за придобиване на научни звания и заемане на академични длъжности на ИОМТ и отразява коректно постигнатите резултати и научни приноси, отразени в дисертацията.

3. Научни приноси на дисертационния труд.

От направения преглед на научните резултати, приносите могат да се разглеждат като получаване и изследване с нови средства на съществено нови страни на съществуващи проблеми, получаване на нови данни и разработване на нови методи.

По мое мнение, *основните научни приноси* на дисертационния труд могат да се резюмират накратко, както следва:

1. Установени са оптималните условия за кохерентно осветяване на синусоидална решетка (амплитудна или фазова) за проектиране на ивици с доминираща първа хармонична с висок и постоянен контраст за голям интервал от разстояния по надлъжната ос с цел провеждане на профилометрично измерване.
2. Анализирани са флукуациите на интензитета в ивиците, създавани от синусоидална фазова решетка, генерирана с 8-битов фазов пространствен светлинен модулатор, в зависимост от максималната му модулация. Осъществено е профилометрично измерване със значително намаляване на спекъл шума в проектираните ивици.
3. Разработен е забележимо по-бърз поточков интензитетно-базиран алгоритъм за динамичен спекъл анализ за характеризиране на активност на обект с физичен и биологичен произход с особено високо качество.
4. Предложен е ефективен метод за оценяване на качеството на интензитетно-базираните поточкови алгоритми чрез оценяване на функцията на плътността на вероятността на флукуациите в построената карта на активността. Разработен е симулатор на изображения на динамичен спекъл на базата на фазов пространствен светлинен модулатор за тестване на интензитетно-базирани алгоритми.

4. Преценка степента на личното участие на докторанта.

Личното участие на докторанта в провеждане и анализиране на експеримента е неоспоримо. Основание за това твърдение ми дава дългогодишната съвместна работа с групата по оптичен запис. Естествено добрите ми впечатления от работата на маг. Берберова се затвърдиха през последните две години по време на съвместната ни работа по проект «Нови хибридни структури на основата на фоторефрактивен кристал-течен кристал и графен », където докторанта се прояви като надежден и талантлив експериментатор. Доброто познаване на материала и използваните експериментални техники недвусмислено се проявиха по време на Международната научна конференция ICONMO 3 , Боровец 2016, на която маг. Берберова представи блестящ доклад. От предоставените ми материали и от лични впечатления стигам до извода, че

представеният дисертационен труд основно е лично дело на Наталия Берберова, като изследванията са проведени под ръководството на научните и ръководители проф. Елена Стойкова и доц. Петър Шарланджиев.

5. Публикации по дисертационния труд.

Резултатите от изследванията по дисертацията са обект на огромен брой научни публикации – 13 бр., класирани както следва: – в специализирани научни списания с IF и SJR – 7 бр. (Optics Express - 3.488, Optics Communications – 1.451, , Physica Scripta – 1.126); - като глави в научна литература – 2 бр.; - доклади в пълен текст в сборници от научни конференции с редактор - 4 бр.

Части от дисертационния труд са докладвани в постерен вид на десет международни научни форума, а на две конференции са изнесени устни доклади. До началото на апробационната процедура са забелязани 4 цитирания в специализираната научна литература.

Високата публикационна активност на докторанта може да се разглежда, като недвусмислена оценка за актуалността и качеството на проведените изследвания, като се има в предвид, че темата има строго специфична насоченост. Независимо от това, още веднъж искам да подчертая несъмнения принос на тази дисертация в разширяване на познанието в областта на кохерентната оптична метрология.

По наукометрични показатели дисертацията многократно надхвърля изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИОМТ – БАН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По своя обем и качество, като наукометрични показатели, дисертационният труд напълно отговаря на препоръчителните изисквания отразени в Правилника за приложение на ЗРАСРБ и на Правилника на ИОМТ – БАН за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности. На базата на изложеното по-горе, като изхождам преди всичко от научните приноси на дисертационния труд, значението на получените резултати в областта на кохерентната оптична метрология, доброто отражение и приемане на тези резултати от специалистите в областта, както и отличната подготовка на докторанта в областта на физиката на вълновия процес, препоръчам с убеденост на членовете на Научното жури да гласуват положително за

присъждане на образователната и научна степен **“Доктор”** в научно направление 4.1
“Физични науки - научна специалност “Физика на вълновите процеси” на **маг.физ.**
Наталия Димитрова Берберова.

София, 01.07.2016 г.

Рецензент:

/проф. д-р инж. Цл.Петков/