

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 „Физика на вълновите процеси“

Докторант: Михаил Андреевич Левченко, Институт по оптически материали и технологии „Акад. Й. Малиновски“, Българска академия на науките

Научни ръководители: проф. дн Елена Стойкова и доц. д-р Виолета Маджарова

Тема на дисертационния труд: „Анализ и компресия на динамичен спекъл“

Член на научно жури, назначено със заповед № РД-15901/20.12.2024 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

Михаил Левченко е придобил ОКС „Бакалавър“ и ОКС „Магистър“ Московски енергиен инженерен институт, Москва, Руска федерация, съответно през 2015 г и 2019 г. Зачислен е като докторант в ИОМТ през 2021 г в рамките на проект „Пленоптима“, като обучението е съвместно с Технически университет в Берлин, Германия.

II. Общо описание на дисертационния труд

Представеният за рецензиране дисертационен труд на тема „Анализ и компресия на динамичен спекъл“ е с общ обем от 143 страници и е структуриран по следния начин: състои се от списък на съкращенията, въведение, литературен обзор (глава 1), резултати и обсъждане (глави 2-4), основни приноси, библиография, списък на публикациите, списък на изнесени доклади, намерени цитати. Дисертационният труд е илюстриран със 134 фигури и илюстрации и 1 таблица. Библиографията включва 110 литературни източника. Използваната литература е фокусирана към изследвания научен проблем. Изложението в дисертационния труд е добре структурирано и логично, подкрепено от изключително богат илюстративен материал. Дисертацията е придружена от автореферат с обем от 46 страници, който следва нейната структура и възпроизвежда съдържанието ѝ с изключение на литературния обзор.

Литературният обзор запознава читателя с оптичното явление „спекъл“, като детайлно са описани теоретичните основи на феномена, както и с техниката „динамично спекъл визуализиране“ (dynamic speckle imaging, DSI) и различните изчислителни

алгоритми за оценка на активността в пробата. Целта на дисертацията е да допринесе за решаването на критични проблеми на DSI, свързани с чувствителността на метода и необходимостта от прилагане на ефективни алгоритми за обработка на големи обеми данни. За постигане на целта докторантът формулира поредица изследователски задачи, насочени основно към анализ на алгоритмите за нормиране в DSI за намаляване на неравномерното лазерно осветление на тествания обект, анализ на възможностите за подобряване на разделителната способност в пространствения и/или времевия домейн, разработване на различни начини за компресиране на спекъл изображенията, както и тестване на възможностите на специално създадена преносима система за динамичен спекъл анализ (dynamic speckle analysis, DSA) за приложение в областта на безразрушителните изпитвания, използване на DSA за откриване на скрити дефекти и за характеризиране на събития с висока скорост на деформация.

За решаването на тези прецизно формулирани задачи са проведени теоретични симулации на снемането на спекъл изображения със симетрични/асиметрични разпределения на интензивността и въведени изменения във времето, както и експерименти (съхнене на боя и полимери и безразрушителен контрол на образци, подложени на ниско и високо напрежение) с използване на различни експериментални установки и различни тествани обекти. Може да се заключи, че за изследването успешно са приложени съвременни изследователски техники и подходи. Тези методични подходи съвсем точно отговарят на поставените изследователски задачи и правят постигането на целта на дисертационния труд възможно.

III. Основни научни резултати

В дисертационния труд е описано систематично изследване с прилагане на DSI - техника, която позволява откриването на микроскопични движения и структурни промени чрез заснемане и анализиране на спекъл полета, формирани на повърхността на пробата при осветяване с кохерентна светлина. За обработката на суровите данни са използвани известни изчислителни алгоритми, предложени са и техни модификации с цел подобряване на разделителната способност в пространствения и/или времевия домейн. Изследвани са различни начини за компресиране на спекъл изображенията в DSA. JPEG/JPEG2000, SVD и PCA компресиране. Заключено е, че компресирането работи добре за симетрични/асиметрични разпределения на интензитета на петната и може да се използва за изображения, записани при неравномерно осветяване, когато се изисква нормирана обработка. От получените резултати от обработката на синтетични и експериментални спекъл данни е установено, че и двата формата JPEG (JPEG/JPEG2000) осигуряват високо качество на визуализацията на активността при сравнително високи съотношения на компресиране. Предвид значителното спестяване на компютърна памет при JPEG/JPEG2000 компресирането, е преценено, че установеното изкривяване на времевите зависимости е от второстепенно значение. На това основание е препоръчано записване на входните данни в JPEG формати при извършване на измервания на динамични събития с DSA в извънлабораторни условия. Разработен е нов алгоритъм за времево компресиране, базиран на PCA, който превъзхожда резултатите от JPEG компресирането по отношение на запазване на качеството на картата на активността. Разработено е и е тествано преносимо и евтино оборудване за провеждане на DSA в извънлабораторни условия, като суровите

данни са събрани в компресиран формат. Тествани са възможностите за използване на DSI (като лазерна спекъл фотометрия, LSP) за откриване на скрити дефекти и за характеризиране на събития с висока скорост на деформация.

IV. Приноси и значимост на изследванията

Научните изследвания, описани в дисертационния труд, са в областта на физиката на вълновите процеси и по-конкретно в кохерентната оптична метрологии. В резултат на проведеното систематично теоретично и експериментално изследване са предложени нови решения за усъвършенствана обработка и съхранение на данни и са разработени нови приложения на методите за DSI. 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 методи и технологии, както и за разработване на нови. Това, с което се отличава дисертацията, е постигнатият деликатен баланс между теория и експеримент и демонстрираната дълбочина на познанията от страна на докторанта.

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

V. Преценка на публикациите и личния принос на кандидата

Изследванията по темата на дисертацията са изцяло или частично публикувани в 10 научни труда в пълен текст. Забелязани са 4 цитата на 3 от публикациите, свързани с дисертационния труд. От публикациите, включени в дисертацията, 1 е в списание от категория Q1, 2 – в Q2. Михаил Левченко е първи автор в 4 от 10-те публикации, втори автор в други 3, което е ясен индикатор за приноса му в изследванията.

VI. Критични бележки и препоръки

Докторантът демонстрира отлично познаване на материята в областта на дисертацията, включително и нейните теоретични основи. Нямам забележки и препоръки.

VII. Заключение

Дисертационният труд на Михаил Левченко представлява целенасочено, добре планирано (и качествено изпълнено) изследване в областта на динамичното спекъл визуализиране. Голям обем от материали е синтезиран в убедителна, добре организирана и ефективно аргументирана дисертация. Постигнатите резултати представляват значителен научен принос, което ми дава основание да дам висока оценка на дисертационния труд. Съгласно изискванията на ТУ Берлин по тази процедура, поставям оценка „много добър“ на дисертационния труд.

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 Михаил Андреевич Левченко.

София

14.02.2025 г

/доц. д-р Силвия Ангелова/