

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Христина Николова Кулина,

ПУ „Паисий Хилендарски“

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. *Природни науки, математика и информатика*; професионално направление 4.5. *Математика*; докторска програма *Математическо моделиране и приложение на математиката*

Автор: *Димитър Васков Фиданов*, докторант към Факултет по математика и информатика на ПУ „Паисий Хилендарски“

Тема: *„Математическо моделиране на лазери с метални пари“*

Научен ръководител: проф. д.м.н. Снежана Георгиева Гочева-Илиева, ПУ „Паисий Хилендарски“

1. Общо представяне на процедурата и докторанта

Със заповед РЗЗ-1433/26.04.2021 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определена за член на научното жури по процедурата за защита на дисертационен труд на тема „Математическо моделиране на лазери с метални пари“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 4. *Природни науки, математика и информатика*, професионално направление 4.5. *Математика*, докторска програма *Математическо моделиране и приложение на математиката*. Автор на дисертационния труд е Димитър Васков Фиданов – докторант в редовна форма на обучение към катедра „Математически анализ“ с научен ръководител проф. д.м.н. Снежана Георгиева Гочева-Илиева от ФМИ при ПУ „Паисий Хилендарски“.

За изготвяне на настоящото становище, като член на научното жури, съм получила всички необходими документи, приложени към молбата от докторанта до Ректора на ПУ „Паисий Хилендарски“ за откриване на процедура за придобиване на ОНС „доктор“.

Димитър Фиданов е магистър по икономика. Придобил е последователно три бакалавърски степени в ПУ „Паисий Хилендарски“ по специалностите: икономика, социология, физика и математика. Последната от тях завършва през 2016 г. През август 2017 г. е зачислен в редовна докторантура към ФМИ. Всички атестационни оценки на докторанта през трите години на подготовката му, съгласно решенията на ФС на ФМИ, са отлични. Димитър Фиданов има участие в общо 4 проекта, три от които (за „Млади учени и докторанти“) през периода на докторантурата. Докторантът е изнесъл доклади на три международни конференции. Димитър Фиданов участва активно с доклади и в работата на редовния научен семинар „Математическо моделиране и приложения“ към катедра „Математически анализ“. Владее свободно английски и много добре руски език.

2. Актуалност на тематиката и познаване на проблема

Темата на дисертационния труд е пряко свързана с динамичното развитие на едно от най-съвременните направления във физиката – лазерните технологии. Използването на прогресивни математически и статистически методи и софтуерни средства не оставя съмнение за актуалността както на предмета, така и на средствата за постигане поставените в дисертационния труд цели. Направеният в Глава 1 обширен литературен обзор на приложенията на лазерите с метални пари (ЛМП), постиженията и състоянието

на проблемите, показва, че докторантът се е запознал в дълбочина с развитието на основните задачи в областта, както и със съвременните такива.

Представеният труд е в пълно съответствие с направлението на докторската програма и поставената тема. Приложени са различни методи на математическото моделиране – аналитични, аналитично-числени, статистически и най-съвременни интелигентни методи с машинно обучение с реални данни за лазери с пари на меден бромид (CBVL) от малки и средни размери, избрани от публикувани източници с научни описания на опити и измервания.

3. Обща характеристика и оценка на резултатите и приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд е с общ обем от 131 печатни страници и включва: увод, четири глави, заключение и библиография от 146 заглавия.

Глава 1 съдържа литературен обзор, описание на използваните математически методи и техники, целите и задачите на изследванията. В тази глава е представено историческото развитие на създаването и изследването на ЛМП, техниките им характеристики, многобройните им приложения в промишлеността, медицината, науката и др. Тук се мотивира и предмета на изследване, а именно – лазерите с пари на меден бромид с малък диаметър на тръбата, използвани като усилители на яркостта в модерни оптични системи. В тази глава са класифицирани методите за математическо моделиране на ЛМП – кинетични, флуидни и статистически. Формулирана е целта на дисертационния труд: „Установяване на нови зависимости за някои основни енергетични и термични процеси в лазери с метални пари чрез аналитични и статистически методи на моделиране“, основните задачи и научните хипотези. Направено е и описание на приложените конкретни статистически методи – факторен анализ, многомерен линеен регресионен анализ, регресия с главни компоненти, случайни гори и др.

Глава 2 представя развитите аналитични модели за медни лазери и лазери с пари на меден бромид. В параграф 2.1. е предложен аналитичен модел, който позволява да се изчисли радиалното разпределение на електронната температура на разряда, като се вземе предвид радиалното разпределение на подадената електрическа мощност. В параграф 2.2 за реално съществуващ лазерен източник е приложено компютърно изследване на температурния профил на активната среда в лазери с пари на медта и нейните съединения и е съставен модел, който позволява да се определи радиалния профил на температурата на газа в напречното сечение на лазерната тръба. В параграф 2.3 на основата на реално съществуващ лазерен източник с пари на меден бромид за първи път е развита методика, която позволява да се определи максималната подавана електрическа мощност и максималната електронна температура от позициите на термийонизационната и електройонизационна устойчивост на газовия разряд. Аналитичните резултати в Глава 2 са приложени за провеждане на компютърни симулации за оценка на влиянието на подаваната в газовия разряд електрическа мощност и на температурата на стената върху термичната устойчивост на газовия разряд.

Основният принос на тази глава е, че получените резултати могат да се използват за широк кръг газови лазери и лазери с пари на металите и техните съединения, с цел планиране на експеримента за съществуващи лазери и разработване на нови такива, включително за моностатични и бистатични активни лазерни оптични системи. Моделите могат да се прилагат самостоятелно, без необходимост от провеждане на сложни изчисления, както при моделирането със стотици уравнения, описани в литературата.

Глава 3 представя резултатите от прилагането на многомерни статистически методи за определяне на зависимостта на изходната лазерна мощност на лазер с пари на

меден бромид, излъчващ във видимия спектър, проектиран като усилвател на яркостта. Описана е подробно приложената процедура на факторен анализ, чрез която е получено групиране на основните 6 изследвани физически характеристики в 3 фактора. Показано е, че добавката на бромоводород (HBr) има най-силно влияние върху изходната мощност на лазера. С факторните променливи като предиктори е построен линеен модел, който обяснява над 76% от данните. Основният резултат в тази глава е разработването на полиномен регресионен модел от втора степен със шестте характеристики и техните произведения до втора степен като предиктори. Полученият модел обяснява 93% от данните и показва ролята на HBr като значим фактор за изходната мощност на лазера. Съществено в тази глава е, че предсказващите свойства на модела превъзхождат резултатите от симулации със същите данни, получени от други автори.

Глава 4 описва изследване, проведено на база на емпирични данни от исторически тип за десет CuBr лазера. Данните са от публикувани текстови, таблични и графични експериментални резултати от цитираните в дисертационния труд литературни източници. Общият брой описани експерименти е 465. Демонстрирана е техниката за машинно обучение Случайни гори (RF) за изследване на зависимостта на изходната лазерна мощност. Получените регресионните модели предсказват изходната лазерна мощност в зависимост от общо 12 предиктора. Избраният оптимален модел обясняват над 98% от данните. Важен принос на тази глава е, че с демонстрираната техника на машинно обучение са получените относителни тегла на приносите на предикторите в модела върху изходната лазерна мощност. Тези резултати имат както потвърдителен, така и практически характер и служат за насочване на нови експерименти.

Авторефератът е в обем от 32 страници и е изготвен съгласно изискванията и правилно отразява съдържанието, резултатите и приносите на дисертационния труд.

4. Публикации по дисертационния труд

Авторът на дисертационния труд е приложил списък с 4 публикации. Всички те са на английски език и са публикувани както следва – 1 в международно научно списание и три в сборници на международни конференции, реферирани в БД на Scopus, с SJR.

Статията в списание „Optical and Quantum Electronics“ (IF 1.842, Q3) е в съавторство с научния ръководител, доц. д.ф.н. Илийчо Илиев (ТУ-София) и доц. д-р Станислав Торгаев (Национален изследователски Томски политехнически университет, Томск, Русия), две от публикации на докторанта са с двама съавтори, една от публикациите е самостоятелна.

Резултатите, описани в дисертационния труд са докладвани на три международни конференции: AMiTaNS'2019, International Scientific Conference on Engineering, Technologies and Systems, TechSys 2019 и 2020. Все още не са налични цитирания, тъй като работите са публикувани съвсем скоро. Но несъмнено броят на цитиранията ще расте с времето, предвид актуалността на публикуваните резултати.

Считам, че участието на докторанта в публикациите е **равностойно** на останалите съавтори. Приемам описанието на научно и научно-приложните приноси за адекватно и коректно представени в дисертационния труд.

Публикациите по дисертацията надхвърлят специфичните изисквания на ФМИ при ПУ съгласно чл. 36. (1), т. 9 от ПРАСПУ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

5. Критични забележки и препоръки

Общото ми впечатление е, че докторантът се е запознал задълбочено и е в течение на най-съвременните изследвания, свързани с анализиране и прогнозиране на основните работни лазерни характеристики на ЛМП. Затова целите на дисертационния труд в

неговото начало са ясно и адекватно формулирани, а в неговия край – убедително постигнати. Изложението е последователно, структурирано и, без да е прекалено подробно, представя изследванията по същина.

Познавам Димитър Фиданов от времето на зачисляването му в редовна докторантура. Заедно с научния ръководител, през годините на подготовката, успяха да изградят постоянен ритъм на работа, на който се дължи и успешния финал на обучението му. Както се вижда и от биографията, докторанта не пести нито време, нито усилия за придобиване, усвояване и търсене на нови знания. Градивното приемане на съветите и критиките също е фактор за неговото израстване. Пожелавам му да запази и поддържа интереса си в областта и да продължи да се развива в нея.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд съдържа научни и научно-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 Факултета по математика и информатика, приети във връзка с Правилника на ПУ за приложение на ЗРАСРБ.

Дисертационният труд показва, че докторантът Димитър Фиданов **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по темата на дисертационния труд, като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено в дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“** на Димитър Васков Фиданов в област на висше образование: 4. *Природни науки, математика и информатика*, професионално направление 4.5. *Математика*, докторска програма *Математическо моделиране и приложение на математиката*.

02.06. 2021 г.

Изготвил становището:

(доц. д-р Христина Кулина)