

СТАНОВИЩЕ

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

Автор: **Димитър Васков Фиданов**

Тема: **Математическо моделиране на лазери с метални пàри**

Член на научното жури: проф. д.м.н. Снежана Георгиева Гочева-Илиева,
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Факултет по математика и информатика

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 първото заседание на НЖ бях избрана да подготвя становище по дисертационния труд. За целта получих всички необходими официални документи, подготвени от докторанта.

Димитър Фиданов е роден през 1979 г. Има завършени няколко висши образования: има бакалавърски степени по специалностите икономика и социология от ФИСН на ПУ, както и бакалавърска степен по физика и математика към физическия факултет на ПУ. Завършил е магистратура по икономика в Аграрен университет – Пловдив. През август 2017 г. бе зачислен като мой редовен докторант към бившата катедра „Приложна математика и моделиране“ на ФМИ на ПУ. Обучението му се осъществи съгласно одобрения учебен план. Допълнително, той премина 5-месечно обучение в рамките на Европейската програма „Учене през целия живот“, Програма Еразъм+ (докторантска мобилност) в университета в Акила, Италия. Също така, като докторант към катедрата, подготви и проведе лабораторни упражнения по дисциплините Изчислителна математика 1 и Числени методи със студенти бакалаври, редовно обучение от специалностите „Бизнес математика“, „Математика и информатика“, и „Информационни технологии, математика и образователен мениджмънт“ на ФМИ. Участвал е редовно в научния семинар на катедрата, изнесъл е няколко доклада на семинара и 3 доклада на конференции. Взел е участие и в научните екипи на три проекта към НПД на ПУ.

2. Актуалност на тематиката и познаване на проблема

Подготвеният дисертационен труд на Димитър Фиданов е изцяло в областта на моделирането и приложението на математиката. Изследвани са проблеми, свързани с развитието на най-съвременни варианти на лазери с метални пàри, използвани като

усилители на яркост и физическа среда в перспективни оптични лазерни системи. Тези лазери служат за визуализиране на високоскоростни процеси в най-различни сфери – от микрообработка на материали до разпрашаване на нанопудра. Следва да се отбележи, че решаваните аналитични и статистически проблеми са ориентирани към реално съществуващи лазери, развивани интензивно през последните няколко години от водещи руски изследватели от Томския държавен университет и Политехническият университет в Томск, с които е установено научно сътрудничество в тази област. Докторантът положи много усилия и труд както за запознаване и разбиране на обширната по обем специализирана литература, така и по извличане и обработка на данни от публикации. Считаю, че успя да навлезе в темата и има добро познаване на изследваните проблеми. За съжаление, поради обективни причини не успя да посети споменатите научни центрове в Томск и да се запознае с реалните лазерни системи в действие.

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

Представеният дисертационен труд на Димитър Васков Фиданов е в общ обем от 131 печатни страници. Състои се от кратък увод, 4 глави, заключение с декларация за оригиналност и библиография от 146 източника. Авторските публикации по дисертационния труд са 4, една в списанието *Optical and Quantum Electronics* (IF 1.842, Q3) и 3 – в трудове на международни конференции, реферирани с БД на Scopus, с SJR.

Глава 1 представя въведение в проблемната област – лазери с метални пары (ЛМП), обзор на методите за моделиране, цел и задачи на изследванията, както и кратко описание на конкретните използвани методи. Основната цел на дисертационния труд е формулирана като: *Установяване на нови зависимости за някои основни енергетични и термични процеси в лазери с метални пары чрез аналитични и статистически методи на моделиране.*

В Глава 2 са построени аналитично-числени модели на електронната и газова в ЛМП - медни лазери и лазери с пары на меден бромид. Те са развити на база на известни точни решения на едномерното уравнение на топлопроводност по радиуса на напречното сечение на лазерната тръба при гранични условия от първи и втори род. Поради осевата симетрия на тръбата (и съответните физични процеси) условията са зададени на стената на тръбата и в нейния център. Моделите имат опростен вид и имат предимството да дават оценка за електронната и газовата температура без необходимост от решаване на задачата с числени методи за стотици уравнения, използвани от други автори. Проведени са числени симулации с реални лазерни устройства, описани в литературата. Получено е разпределение на температурите в зависимост от разпределението на подаваната запазваща мощност. На база на решените две задачи за газовата и електронната температура, основен принос в тази

глава е предложената методика за оценка на максимално възможната подавана електрическа мощност в газовия разряд и максималната енергия на електроните от позициите на термойонизационната и електройонизационна устойчивост на разряда. Приведени са резултати от симулации с параметрите на реални устройства. Получените резултати, числени оценки и методики позволяват планиране на експеримента и разработване на нови лазерни източници за широк кръг газови лазери и лазери с пари на металите и техните съединения.

Глава 3 представя резултати от статистическо моделиране на експериментални данни от литературата за лазер с пари на меден бромид, със и без добавки на бромоводород (HBr). Целта е определяне на зависимостта на изходната лазерна мощност от 6 независими физични величини. Построен е модел с факторен анализ с три фактора и е определено, че изходната мощност се групира с HBr. Освен това са построени и изследвани два регресионни полиномни модела на изходната лазерна мощност – линеен и от втора степен. Изведен е линеен модел с факторните променливи като предиктори, обясняващ съвпадение с данните над 76%. Основният резултат е регресионен модел с предиктори 6-те изходни променливи и техните произведения до втора степен. Демонстрирано, че нелинейните връзки са много по-силни. Моделът от втора степен описва измерените данни с 93% и потвърждава основната роля на HBr за значенията на изходната лазерна генерация, установена с други методи, както и влиянието на другите лазерни работни характеристики. Предсказанията на модела превъзхождат по качество модела, получен от други автори за същите данни.

Последната Глава 4 изследва зависимостта на изходната лазерна мощност от 12 входни параметри на база на извадка от 465 експеримента, всички извлечени от докторанта от литературни източници. След детайлна начална обработка на данните е проведено моделиране на извадката с дейта майнинг метода на Случайните гори (Random forest, RF). Избраният най-добър регресионен RF модел описва реалните данни с над 98% и корен квадратен на средноквадратичната грешка $RMSE=0.570$. Резултатът е сравним с подобни модели на изходната лазерна мощност от литературата за друг тип CuBr лазери, получени с приложение на методите MARS и CART. Демонстрирано е приложението на RF модела за предсказване на бъдещи експерименти. Основното приложение на регресионния модел е явното установяване на степента на влияние на отделните независими работни характеристики върху изходната лазерна мощност.

Приносите на докторанта Димитър Фиданов приемам за правилно представени в дисертационния му труд, а участието му в публикациите като равностойно. По същество приносите се състоят във формулиране и решаване както на важни аналитични задачи (Глава 2), така и в решаване на научно-приложни проблеми с прилагане на най-съвременни компютърни методи за статистическо моделиране на емпирични данни, и получаване на потвърдителни и нови факти от приложната област на изследването.

5. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени забележки. Мога да препоръчам провеждането на по-нататъшни изследвания и особено за обработката на натрупаните данни от експерименти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общата ми оценка за получените резултати и приносите на дисертационния труд на Димитър Фиданов е **положителна**. В качествен и количествен аспект са получени нови и полезни за практиката научни и научноприложни резултати. На база на това убедено предлагам на уважаемото научно жури по процедурата за защита да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Димитър Васков Фиданов по професионалното направление 4.5 Математика, докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката.

Дата: 25.05.2021 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/проф. д.м.н. С. Гочева-Илиева/