

С Т А Н О В И Щ Е

от проф. д-р Велизар Тодоров Павлов
на дисертационния труд
на проф. д-р Снежана Георгиева Гочева - Илиева
на тема

*Аналитични, статистически и интелигентни методи за моделиране
за присъждане на научна степен "ДОКТОР НА НАУКИТЕ"*
по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика,
професионално направление
4.5. Математика (*Математическо моделиране и приложение на математиката*)

1. Общо описание на представения дисертационен труд

Дисертационният труд се състои от седем глави, от които първата е въведение, заключение и библиография. Текстът е написан на 300 страници и съдържа 137 фигури и 72 таблици. Списъкът на цитираната литература включва 318 заглавия, като на латиница са 294 заглавия, а на кирилица са 24 заглавия.

Темата на дисертационния труд съответства на професионалното направление и научната специалност. В труда са използвани различни методи на математическото моделиране - аналитични, аналитично-числени, статистически и интелигентни методи за изследване на реални проблеми в две области: лазерна физика и околна среда.

Първата глава е озаглавена **Въведение**. В нея е поставен акцент върху актуалността на тематиката, направен е подробен литературен обзор и са формулирани нерешени проблеми, свързани с: газовата температура на лазери с метални пари (ЛМП); моделиране на високочестотен разряд; приложения на многомерен анализ на данни за ЛМП; моделиране на ЛМП с непараметрични интелигентни методи; моделиране на замърсяването на атмосферния въздух в някои населени места в България. В края на въведението, в съответствие с установените проблеми, са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Втората глава е озаглавена **Аналитични модели на газовата температура на лазери с метални пари**. В нея е представен нов температурен модел за лазер с пари на меден бромид. Моделът се описва с квазистационарно уравнение на топлопроводност в напречното сечение на лазерната тръба и нелинейни гранични условия от трети и четвърти род по радиуса на тръбата. По-нататък е построен аналитичен самосъгласуван модел за изчисляване и оценка на температурния профил на високомощен SrBr₂ лазер, излъчващ в инфрачервената област. Направени са симулации на построените математически модели и числени експерименти с авторски кодове на Фортран, имплементирани в прототипа на авторския софтуер LasSim и кодове на Wolfram Mathematica.

В следващата глава **трета - Аналитично-числено моделиране на характеристики на високочестотен разряд** са представени смесени аналитично-числени модели за определяне на скаларния потенциал и интензитета на електричното поле във високочестотен газов разряд (съответно на хелий и аргон). Моделите се описват със смесена гранична задача за двумерно уравнение на Поасон в напречното сечение на разряда със смесени гранични условия. За аргонов разряд на базата на изчислените интензитет и потенциал на полето и други характеристики на разряда е определена газовата температура в напречното сечение на лазерната тръба чрез уравнението на топлопроводност и условия от предишната втора глава. Проведени са компютърни симулации на изследваните характеристики на разрядите.

Разгледани са различни случаи: род и налягане на инертния газ, различни типове разряд (слаботоков и силнотоков), извършено е сравняване с експериментални данни и сходни аналитични и числени резултати, извършена е корекция на методиката, схемните решения, с цел по-пълно съответствие и адекватност с експерименталните резултати. Установена е добра съгласуваност с известни експериментални данни и едномерни модели. Направени са компютърни симулации с моделите с авторски кодове на Фортран и Wolfram Mathematica, имплементирани в прототипа на авторската система LasSim.

Четвърта глава е озаглавена **Приложение на многомерен статистически анализ за изследване на параметрите на ЛМП**. Изследвани са 10 независими променливи, от които са определени 6 основни, за които е установено, че корелират с изходната лазерна мощност. По метода на Главните компоненти е направен факторен анализ, който показва, че шестте основни променливи се групират в 3 фактора, описващи 93.6% от общата дисперсия. На базата на факторите е построен многомерен линеен регресионен модел, който дава допълнителни възможности за анализи и прогнози. Чрез прилагане на йерархичен клъстерен анализ за 12 и 8 променливи на УВ йонен лазер е получено оптимално клъстерно решение с 4 клъстера. За пръв път за ЛМП е проведен статистически анализ по отношение на времето на живот на устройството, в случая за УВ йонен лазер с клъстерен анализ за 10 независими лазерни променливи е получено оптимално решение с 3 клъстера.

В пета глава, озаглавена **Приложение на интелигентни методи за извличане на знания от данни за моделиране на зависимости и класификации за лазери с метални пари** последователно са построени и анализирани многомерни адаптивни регресионни сплайни (МАРС модели) на изходната лазерна мощност P_{out} на УВ йонен лазер, основани на различни по обем извадки от експерименти и различен брой независими променливи. За всички модели е установена много висока степен на съвпадение с данните (от порядъка на 95 % до 99 %). Моделите показват отлични предсказващи качества, съгласувани добре с експеримента. Дадени са приложения на моделите за предсказване на съществуващи и бъдещи експерименти. Построени са и регресионни модели на базата на дърво на решенията (класификационни и регресионни дървета), с което се класифицират групи от сходни експерименти спрямо стойностите на изходната мощност на CuVr лазер. Получени са най-добри модели от линеен и нелинеен тип. Установени са правилата за достигане на най-високите стойности на P_{out} . Показано е, че преопределянето и адекватността на моделите се контролира с кросвалидация с машинно обучение.

Шеста глава е озаглавена **Приложение на стохастично моделиране за изследване на чистотата на въздуха**. В тази глава са построени и анализирани модели за изследване на чистотата на въздуха в градовете Благоевград, Шумен и Кърджали. За **Благоевград** са построени и анализирани SARIMA модели (основани на временни редове с отчитане на сезонност/цикличност), при което са изследвани 6 замърсителя. Установено е, че концентрациите на фини прахови частици надвишават официалните национални и европейски норми. За замърсяването с озон е установена положителна тенденция от първа степен. Моделите са приложени за краткосрочно прогнозиране в рамките на период от 72 часа. Резултатите демонстрират много добри характеристики при сравнение с реалните данни. За **Шумен** е направено статистическо проучване на концентрациите на фини прахови частици за период от 1 месец на базата на почасови данни и с отчитане на 6 метеорологични фактори. Избраният период включва данни с най-високи

стойности на замърсяването през годината, за което се установи положителен тренд. Получен е стохастичен модел по метода SARIMA с трансферни функции. Моделът показва много добри качества на съвпадение със съществуващите данни, като отчита адекватно пикове и спадове в концентрациите. Моделът е приложен за 4-дневно предсказване на бъдещи замърсявания и са получени много добри резултати. **За Кърджали** са построени и анализирани SARIMA модели с трансферни функции за предсказване и прогнозиране на замърсяванията на атмосферния въздух със серен диоксид и фини прахови частици. Изследвани са данни за период от 2 години и 3 месеца. Моделите използват като предиктори 5 метеорологични променливи. Моделите, построени след степенна трансформация показват най-добри статистически индекси, като достигат до 90% коефициент на детерминация и показват много добри предсказващи и прогнозиращи качества.

Последната **седма глава** е озаглавена **Приложение на GPS регулярираща регресия с интелигентни предсказващи техники за моделиране на зависимости**. В тази глава са построени и изследвани класове от модели на изходната лазерна мощност на CuVr лазер с помощта на метода GPS. Установено е, че моделите нямат достатъчно добро качество при предсказване на високите стойности на зависимата променлива. В тази връзка е предложен подход с използване на начални трансформации на данните, които подобряват типа на разпределението към нормалното. Установено е, че с този подход качеството на моделите за разглежданите данни се повишава в рамките до 5-6%. Същественото подобрене е в областта на високите стойности на изходната лазерна мощност, където предсказването се подобрява с 10-15%. Построени и анализирани са модели на данните за фини прахови частици във въздуха на град **Шумен** в зависимост от 6 метеорологични променливи с прилагане на обобщената претърсваща регулярираща регресия GPS в комбинация с интелигентните предсказващи техники. Получените модели дават отлични възможности за прогнозиране (имат коефициенти на детерминация до 95-96% за обучителните и до 90% за тестовите извадки). Построен е и факторен модел за 9 замърсителя на въздуха на град **Димитровград**, групирани в 8 главни некорелиращи компонента. На тази база е установено, че най- съществен принос в общото замърсяване на въздуха на град Димитровград имат азотните оксиди (NO, NOx, NO2), следвани от CO и PM10. Показано е, че моделът има високо качество - 90% съвпадение с наблюдаваните реални данни. Всички построени модели са приложени за изготвяне на 96 часови прогнози напред във времето и са направени сравнения с реалните измервания, които показват много добро съответствие на получените резултати.

2. Автореферат

Авторефератът е в обем от 68 страници. Той включва следните раздели: Актуалност на изследванията, Цел и задачи на дисертационния труд, Обзор на основните резултати, Научни и научно-приложни приноси, защитавани от автора, Аprobация на резултатите. Като структура и съдържание авторефератът отговаря напълно на традиционните изисквания към подобен вид разработки.

3. Научни приноси и публикации по темата на дисертационния труд

Приемам всички претенции за научни приноси и ги считам за оригинални авторски приноси. Те имат научен и научно-приложен характер. Специално бих искал да изтъкна приносите, свързани с изследването на чистотата на въздуха на няколко

средно големи градове в България, за които е известно, че имат проблеми с въздушното замърсяване.

Приложени са 19 публикации по темата на дисертационния труд, от които 18 са на английски език и една на български език. Шест от публикациите са в издания с Impact Factor (IF), при което сумарният IF е 7,909. Други шест публикации са в издания със SCImago Journal Rank (SJR), при което сумарният SJR е 1,046. Три от публикациите са самостоятелни, а останалите са в съавторство.

По темата на дисертационния труд са изнесени 17 доклада на научни форуми и семинари, в това число и в чужбина - Сърбия, Португалия, Чехия, САЩ, Турция, Румъния. Изследователската работа по дисертационния труд е подкрепена чрез 11 проекта, реализирани с подкрепата на Националния фонд „Научни изследвания”, НПД на Пловдивския университет, "Наука и бизнес" по ОП на ЕСФ.

Всичко това показва много солидно представяне на получените резултати пред научната общност у нас и в чужбина.

4. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени забележки към представения дисертационен труд и автореферата към него.

Препоръчвам по-голяма прецизност при формулиране на основната цел на труда.

5. Заключение

Дисертационният труд е особено актуален и полезен с оглед на това, че всички получени модели имат за цел решаване на реални проблеми и се базират на реални устройства и данни. Той се основава на солидния творчески опит на неговия автор, което го прави особено ценен. Трудът се отличава с прецизност, висока езикова култура, задълбочен и многостранен анализ на получените резултати. Считаю, че той удовлетворява всички изисквания на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Специфичните изисквания на ФМИ съгласно чл. 44 (3) и чл. 45 (4) от ПРАС на ПУ "Паисий Хилендарски".

Поради всичко изложено до тук, давам ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА на представения дисертационен труд и убедено предлагам да бъде присъдена научната степен "ДОКТОР НА НАУКИТЕ" в професионално направление 4.5. Математика (*Математическо моделиране и приложение на математиката*) на проф. д-р Снежана Георгиева Гочева - Илиева.

Подпис:

проф. д-р Велизар Тодоров Павлов

11.05.2016 г.