

## РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Дончо Стефанов Дончев, СУ”Св. Климент Охридски”

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:** Десислава Стоянова Войникова.

**Тема:** Приложение на многомерни непараметрични статистически методи

**Научни ръководители:** 1) проф. д-р Снежана Георгиева Гочева-Илиева, ПУ”Паисий Хилендарски’

2) доц. д-р инж. Илийчо Петков Илиев- ТУ-София, филиал Пловдив

(акад. дл., н. ст., име, презиме, фамилия – научна организация)

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед № Р33-918. от 13.03.2013.г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски” съм определен за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема “Приложение на многомерни непараметрични статистически методи” за придобиване на образователната и научна степен ‘доктор’ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика

професионално направлене, 4.5 Математика

докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката.

Автор на дисертационния труд е Десислава Стоянова Войникова. – докторантка в редовна форма на обучение към катедра Приложна Математика и Моделиране на ФМИ, ПУ»Паисий Хилендарски»с научни ръководители проф. д-р Снежана Георгиева Гочева-Илиева, ПУ”Паисий Хилендарски’ и доц. д-р инж. Илийчо Петков Илиев- ТУ-София, филиал Пловдив

Представеният от Десислава Стоянова Войникова комплект материали на хартиен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ и включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- нотариално заверено копие от диплома за висше образование ОКС ‘магистър’
- заповед за записване в докторантура;
- заповед за провеждане на изпит от индивидуалния план и съответен протокол за издържан изпит по специалността с успех Отличен(б);
- протоколи от катедрени съвети, свързани с докладване на готовност за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;
- дисертационен труд;
- автореферат;
- списък на научните публикации по темата на дисертацията;
- копия на научните публикации;
- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- справка за спазване на специфичните изисквания на съответния факултет;

Докторантката е приложила 5 броя публикации

## **2. Кратки биографични данни за докторанта**

: Десислава Стоянова Войникова има магистърска степен по Приложна математика, придобита в ПУ”Паисий Хилендарски”. Темата на магистърската дипломна работа е в областта на приложенията на статистиката. От 2010 г. тя е редовен докторант към катедра Приложна математика и моделиране. По време на докторантурата тя задълбочава интереса си в областта на математическата статистика и нейните приложения, резултат на което е представения дисертационен труд. Владее добре писмено и говоримо английски език

## **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

В дисертацията се прилагат съвременни статистически методи за прогнозиране за изследване на връзката между входните и изходните характеристики на лазери с пари на меден бромид и на ултравиолетови лазери с медни йони. Тази задача е извънредно актуална и важна, тъй като експериментите, свързани с използването на тези лазери са скъпи и по такъв начин възможността за точна прогноза спестява много усилия и средства. В представения дисертационен труд тази задача е решена блестящо, тъй като за голяма част от моделите грешката на прогнозата е от същия порядък като грешката на измерване на характеристиките на лазерите.

## **4. Познаване на проблема**

Докторантката показва отлично познаване на състоянието на проблема и творчески подход при избор на статистическите методи за решаване на поставената задача. Ако се съди по получените резултати може да се направи извода, че тези методи съответстват в максимална степен на характера на задачата.

## 5. Методика на изследването

За намиране на зависимостите между основните входни и изходни характеристики на изследваните лазери се използват многомерни непараметрични статистически методи. Този избор се обуславя от сложната нелинейна природа на процесите в лазерите, които правят нереалистично допускането за нормално разпределение на функцията на отклика. В същото време класическите непараметрични регресионни модели на Холандер също едва ли биха довели до задоволителни резултати, защото те се отличават от параметричните само по това, че са освободени от изискването за нормалност на разпределението на зависимите и независимите променливи, оставяйки структурата на модела непроменена. В дисертацията е използван развитият от Дж. Фрийдман MARS модел, при който независимите променливи участват в модела не директно, а чрез линейни сплайни от специален вид. Но този модел също не винаги дава удовлетворително съответствие между моделните и експерименталните стойности на зависимите променливи при целия обхват на стойностите на независимите променливи. Тази трудност е преодолявана с помощта на регресионни и класификационни дървета (CART метод), при който въпросният обхват е разбит на подобхвати, като за всеки подобхват е построен модел с достатъчно висока предсказваща сила. Наред с тези два основни метода са използвани и редица други, които често са неотменна част на всяко задълбочено статистическо изследване. Такава е бутстрап процедурата, при която недостигащите експериментални данни са допълнени чрез симулация, както и кросвалидацията, с помощта на която се избягва overfitting на модела.

## 6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Първа глава е въвеждаща. В нея се прави анализ на състоянието на проблема и обзор на използваните за неговото решаване статистически методи. В основната си част това са класически параметрични методи за изследване на зависимости, които като цяло не дават добри резултати. Акцентирано е върху новия подход към проблема и очакваните предимства от използването на непараметричните модели.

Във втора глава подробно е описан предмета и обекта на изследването. Представени са основните параметри и характеристики на изследваните лазери, както и изходната база данни, която е налична за построяване на моделите. Анализът на тези данни показва, че те нямат нормално разпределение, което мотивира използването на непараметричните методи.

Основните резултати на дисертацията се съдържат в трета и четвърта глава. В трета глава е представен MARS метода, въз основа на който са получени моделите, описващи връзката между входните и изходните характеристики на лазерите. Като се използват б основни предиктора са построени модели от първи, втори, трети и четвърти ред за изходната мощност в зависимост от различен брой базисни функции, зависещи от тези предиктори. Дори най-простите модели показват, че изходната мощност зависи нелинейно от предикторите, което обяснява защо класическите линейни параметрични модели са неадекватни. Направено е сравнение на качеството на моделите в зависимост от техния ред и броя на включените базисни функции. Като критерии за качество са използвани както предсказващата сила на моделите, така и средноквадратичната грешка. Получените стойности на тези показатели са повече от добри - над 99% за първия и под 3% за стандартната грешка. Направен е извода, че моделите от втори и трети ред описват най-добре изследваните зависимости. Наред с критериите за качество на приближението са разгледани и други комплексни критерии - за адекватност, за устойчивост и др. В края на главата е направена физическа интерпретация на резултатите на моделирането.

В четвърта глава е развит друг подход към поставената задача. В основата му стои CART методът, при който се прави разбиване на стойностите на извадката в зависимост от стойностите на зависимата променлива. По такъв начин се построява дърво, което

класифицира добре експериментите с висока изходна мощност на лазерите. Представен е линеен CART модел с 10 предиктора. Постоеното дърво има 27 крайни възли. Полученият модел има висока предсказваща сила- над 98% и ниска средноквадратична грешка- около 3%. В края на главата е използван хибриден CART-MARS метод, идеята на който се състои в това линейната регресия във възлите на дървото да се замени с MARS модел по избрани критерии. За реализацията на тази идея е необходима база данни, надвишаваща по обем тази, която е налична в дисертацията. Тази трудност е преудолена с помощта на бутрстрап процедура. За някои от моделите получените резултати са по-добри от тези, които дава простия CART метод- предсказващата сила достига 99%, а стандартната грешка е близка до 1,5%.

### **7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката**

Дисертацията има научно-приложен характер. В нея е предложен нов подход към анализа на данни и моделирането на зависимости, които имат ясно изразен нелинеен характер, поради което използването на класическите линейни статистически модели не дава добри резултати. При този подход са използвани най-новите достижения на статистическата наука, като идеите са реализирани прецизно и умело. От друга страна, получените модели имат важни приложения във физиката на определен вид лазери и могат да се използват за подобряване на техните параметри, тъй като моделирането би спестило много сили и средства, свързани с провеждането на експерименти.

### **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

По представения дисертационен труд са публикувани 5 статии. Две от тях са в реферирани списания с висок импакт-фактор (Quantum Electronics и Mathematical Problems in Engineering), една е в сборника от научни трудове на Техническия Университет-София и две са доклади на конференции. Две от работите са самостоятелни, а останалите са в съавторство с двама съавтори. За работите в съавторство приемам, че приноса на авторите е равен.

### **9. Лично участие на докторантката**

След прочита на дисертацията и проведената предварителна защита считам, че основната работа по построяването и анализа на моделите е извършена самостоятелно

### **10. Автореферат**

Авторефератът представя основните резултати и достижения на представения дисертационен труд. Написан е сбито, точно и ясно в пълно съответствие с формалните изисквания.

### **11. Критични забележки и препоръки**

В дисертацията са използвани два мощни съвременни статистически метода- CART и MARS методите. Опитът ми досега показва, че едновременното използване на два подобни метода на практика рядко води до реализация на положителните страни и на двата. Затова смятам, че предложения хибриден CART-MARS метод се нуждае от допълнителни тестове, които да докажат неговите предимства. Въпреки това намирам, че идеята е оригинална и тази моя забележка може да бъде разглеждана като препоръка за бъдещата работа на докторантката.

## 12. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

Използвания в дисертацията подход е пределно общ и освен във физиката на лазерите може да се използва в различни области, които изискват използване на математически модели.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд **съдържа научно-приложни и 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 докторантката : Десислава Стоянова Войникова **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност Математическо моделиране и приложения на математиката, като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Поради гореизложеното, убедено давам своята **положителна оценка** за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и **предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен ‘доктор’** на Десислава Стоянова Войникова, в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката.

29.05 2013 г.

Рецензент: .....  
доц. д-р Дончо Стефанов Дончев