

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд, представен за получаване на образователната и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: ас. Мая Пламенова Стоименова

Тема на дисертационния труд: „Моделиране на бързопроменливи временни редове”

Научен ръководител: проф. дмн Снежана Гочева-Илиева

Заявител за откриване на процедурата: катедра „Приложна математика и моделиране”, Факултета по математика и информатика – Пловдивски университет, Пловдив

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика

Професионално направление 4.5. Математика, докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката

Рецензент: проф. д-р Михаил Д.Тодоров, кат. Математическо моделиране и числени методи, ФПМИ, ТУ – София, съгласно заповед РЗЗ-1350/27.03.18 на Ректора на ПУ „П.Хилендарски”

1. Общо описание на представените материали

Представеният ми от дисертантката комплект материали на хартиен и електронен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва всички изискуеми документи.

Представената дисертация на тема „Моделиране на бързопроменливи временни редове” има обем от 139 стр., формат А4, в.т.ч. 43 фигури, 33 таблици и библиография от 123 работи.

2. Кратки биографични данни за докторантката

Мая Стоименова е родена през 1988 г. Завършва Професионална гимназия по икономика в Смолян през 2007 г. В периода 2007-13 г. следва в ПУ „П. Хилендарски”, където последователно се дипломира като бакалавър по приложна математика (2011 г.) и магистър по мениджмънт (2013 г.). През 2015 г. е зачислена в редовна докторантура към ПУ, направление математика, докторска програма математическо моделиране и приложение на математиката с научен ръководител проф. Снежана Гочева-Илиева. Междувременно е хоноруван асистент по приложна математика и моделиране в ПУ (2015-2017 г.). От 2011 г. Мая Стоименова е и инспектор в Учебен отдел на ПУ.

1. Актуалност на дисертационния труд

Темата на дисертационния труд безспорно е актуална и в теоретичен, и в много по-голяма степен в приложен смисъл. Замяряването на околната среда и в частност на въздуха с аерозоли и емисии на вредни газове е глобален проблем, а за България важи с особена сила. Необходими са постоянни измервания, които след това да бъдат обработени статистически с помощта на подходящи математически модели и да бъдат направени правилни и навременни изводи. За България основните замърсители са фините прахови частици, серните и азотните оксиди. Извършва се непрекъснато наблюдение и контрол за стойностите на вредните емисии във въздуха от Националната система за мониторинг на качеството на атмосферния въздух. От своя страна Европейската комисия сътрудничи с държавите-членки на ЕС и цели да им съдейства да спазват законоустановените норми за вредните емисии, които да бъдат гаранция за здравето на населението.

2. Анализ на състоянието на проблема

Проведени са и са публикувани резултатите от огромен брой изследвания. Поради сложността и спецификата на измерването на замърсяването на въздуха математическите модели като правило са емпирични и/или полумемпирични, което е предпоставка за тяхното многообразие, както и за наличието на все още нерешени проблеми като моделиране на нивата на основните замърсители, идентифициране на релации между тях, екстраполиране на възможни процеси с цел превенция. Значителен е броят както на научните публикации, така и на специализираните научни списания, третиращи гореизброените проблеми и в частност замърсяването на атмосферния въздух с фини прахови частици PM₁₀ и PM_{2.5}.

В настоящия дисертационен труд тези проблеми са изследвани за конкретни градове и области в България и е направена интерпретация на получените резултати.

3. Методика на изследванията

Методиката на изследванията е подчинена изцяло на целите на дисертацията, а именно прилагане на стохастични и най-съвременни дейта майнинг методи за построяване и анализиране на математически модели на проблемни въздушни замърсители в конкретни населени места в България. Касае се за метода CART (Classification and Regression Trees), който до сега не е достатъчно добре застъпен в литературата в областта на екологията. Моделите използват огромни масиви от реални данни с цел установяване на скрити взаимовръзки, както и изготвяне на правдоподобни краткосрочни прогнози за поддържане на чистотата на въздуха. Дисертантката си поставя за задача да проведе изследвания, касаещи градовете Перник, Пловдив, Асеновград, Плевен. За Перник с CART метод е създаден стохастичен модел за замърсител PM₁₀ за период от 5 години, както и за краткосрочни прогнози при отчитане на метеорологичните условия. За градовете Пловдив и Асеновград стохастичните модели за анализ на временните редове за PM₁₀ и PM_{2.5} са многомерни. Най-сетне за Плевен моделирането на временни редове за PM₁₀ се базира на CART

методи с и без трансформации на данни. Получените временни редове са използвани за получаване на краткосрочни прогнози.

4. Характеристика и оценка на получените резултати

Глава 1 има уводен и обзореен характер. В нея е направен подробен анализ на състоянието на изследванията в областта на статистическото моделиране на бързопроменливи временни редове, и в частност – на редове с измервания на замърсители на въздуха. Дадено е кратко описание на използваните в дисертационния труд статистически методи. Направен е обстоен литературен обзор по тази тематика и е показана актуалността на изследваните проблеми. На тази база ясно са обосновани и дефинирани целта и задачите на дисертационния труд.

Глава 2 представя резултатите от статистическото изследване на замърсителя PM10 на въздуха на гр. Перник. За обработка на временния ред на PM10 са построени и изследвани едномерни ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) модели. Избран е модел, който отчита влиянието на замърсяването с един ден назад и изглажда грешките с пет дни назад. Направен е математически анализ на грешките на модела. Моделът е приложен за предсказване на замърсяването с PM10 на град Перник за 7 дни напред и дава много добра прогноза.

За същите данни е приложен CART метод, като за предиктори са използвани 14 на брой временни редове, от които 8 са метеорологични променливи, две променливи, отчитащи влиянието на замърсяването от последните два дни, CO, NO₂, SO₂, и стойността на CO от предишния ден. Аналогично на ARIMA е избран най-добър CART модел. Според него най-съществено влияние за замърсяването с PM10 за текущия ден имат: на първо място концентрацията на CO, следвана от стойността на PM10, измерена от вчерашния ден, а трети и четвърти по ред са концентрациите съответно на NO₂ и SO₂. Моделът е приложен за предсказване на PM10 за една седмица напред и дава отлични прогнозни резултати.

В Глава 3 се изследват данни за замърсяване на атмосферния въздух с PM10 и PM2.5 за градовете Пловдив и Асеновград, като измерванията се извършват от 3 станции. Не са използвани данни от други временни редове и е извършена предварителна трансформация на данните (За да се прилагат параметрични модели е необходимо разпределението на извадката да бъде нормално.). За период от 5 години са получени и анализирани едномерни и многомерни ARIMA модели. Всички конструирани модели показват много добри статистически качества, като адекватност, висока способност за предсказване и краткосрочно прогнозиране. Получени са много сходни по тип и коефициенти едномерни модели за поведението на временните редове, измерени от трите станции. Изводът е, че въздухът в района на двата града е еднакво замърсен с фини прахови частици. Векторните ARIMA модели дават много добра краткосрочна прогноза за замърсяването. Сравнителният анализ на временните редове показва, че степента на замърсяване е постоянна през последните 5 години, което означава, че и източниците на замърсяване са постоянни. Към тях се прибавят и географското положение и локалният климат, които не способстват за разсейване на вредните емисии на PM2.5 и PM10 във въздуха. Използваната методика на изследване е надеждна и може да се

прилага еднакво успешно както за минали периоди, така и за краткосрочни прогнози. Това означава, че тя може да бъде независима алтернатива на официалните методи за мониторинг и контрол на качеството на въздуха, предоставени от Националната агенция по околна среда.

В Глава 4 се изследват данни от измервания на среднодневни концентрации на PM10 в гр. Плевен. Изследваните данни са за период от 6 години, от 2011 до 2016 г. Моделирането е проведено с CART метод. Получени, анализирани и сравнени са 5 оптимални CART модела без крос-валидация и 6 оптимални модела с крос-валидация за моделиране на нивата на PM10 в зависимост от 8 метеорологични променливи и 1 времева променлива. Освен това модели са построени и за трансформация на PM10, която има почти нормално разпределение. Проведен е анализ и диагностика на моделите. Получено е много добро съвпадение с експеримента с до 78% без крос-валидация и с до 84% използвайки крос-валидация. Илюстрирано е приложение на моделите за прогнозиране на замърсяването с 2 дни напред спрямо използваните измервания. Изводът от направените анализи и получените резултати е, че моделите построени с крос-валидация и отчитане на замърсяването от предните два дни, измерванията за минималната температура и посоката на вятъра от предишния ден, дават по-точни резултати. Тъй като изследваните данни са публични, то получените резултати са реални и могат да се разглеждат като алтернатива на официалните доклади на регионалната инспекция по околната среда и водите – Плевен и независимо изследване на измерените концентрации на PM10.

5. Преценка на авторската справка

Авторската справка отразява приносите и акцентите в дисертацията като цяло. Приносите имат научен, но в много по-голяма степен научно-приложен характер. Те могат да се оценят като колективно дело, но с водеща роля на дисертантката и под ръководството на научния ѝ ръководител. Всички те могат да бъдат причислени към направленията „Обогатяване на съществуващи знания” и „Приложение на научни постижения в практиката”.

Дисертацията е написана на правилен български език, изложението е стегнато и логически последователно.

Литературната осведоменост на дисертантката по правило е много добра и се основава на най-нови източници, видно от списъка с литература.

6. Публикации по дисертацията и преценка на личния принос на дисертанта

Представеният списък на публикациите включва 3 заглавия, всичките на английски език, 1 в списание и 2 в рецензирана международна поредица (AIP CP с SJR=0.163). Една публикация е самостоятелна, а останалите 2 - в съавторство с четирима съавтори – сред тях научният ръководител проф. С.Гочева-Илиева. Приносът на дисертантката в съвместните публикации е поне равностоен и приемам, че основните резултати в дисертационния труд са нейно лично дело. Това ми заключение се базира и на личните впечатления, които имам от семинари, на които тя е докладвала.

Други данни за публикациите могат да се видят в представената таблица.

Таблица: Справка за трудовете

Статии – 3 бр.	У нас - 1 бр. <i>Ecologia Balkanica</i> В чужбина - 2 бр. <i>AIP CP</i> (SJR=0.161) -2 бр.
Доклади на наши и международни научни прояви – 4 бр.	У нас - <i>AMiTaNS'16</i> , <i>AMiTaNS'17</i> , Семинар на ФМИ-Пловдив
Участие в научни проекти	У нас – 1 (ФНИ), 2 (ФНИ при ПУ)

След направена справка в реферативните бази не намерих данни за цитиране на въпросните публикации. Такива не е предоставила и дисертантката.

7. Оценка на автореферата

Авторефератът отразява правилно и пълно съдържанието на дисертационния труд.

8. Новост на получените резултати и приложение в практиката

Получените резултати се свеждат до разработване и сравнение на няколко стохастични математически модела за обработка на големи масиви от информация, която може да бъде както архивна, така и да се мери в реално време и оттам да се вземат бързи и ефикасни мерки в реално време с цел превенция и опазване на околната среда. Макар че те са приложени само в няколко града, в дисертацията е показано недвусмислено, че дават разумни резултати. Ако подобни изследвания се правят в повечето населени места в България, те могат да бъдат свързани в единна информационна мрежа, която да следи за атмосферното замърсяване, да следи за общи тенденции и различия, както и да бъде в основата на модерно екологично законодателство, анализ и превенция. Впрочем в дисертацията ясно е казано и показано, че прогнозите могат да бъдат алтернатива или коректив на измерванията на Националната система за мониторинг на качеството на атмосферния въздух.

9. Критични забележки и препоръки

Нямам забележки по същество. Стилът на изложение е ясен и логически последователен. Относно препоръките мисля, че дисертантката сама си ги е направила, а именно Прилагане на разработените методи за подобен вид бързопроменливи временни редове в областта на екологията за замърсители на атмосферния въздух, водите, почвите и др.; Прилагане на нови методи на дейта майнинг техники като Boosted Regression Tree (BRT), Random Forest (RF) и други за бързопроменливи временни редове в областта на финансовите пазари,

маркетинга, бизнес процесите и др.; Разработка и анализиране на хибриден тип методи за математическо моделиране на временни редове, комбиниращи възможностите на стохастичните и дейта майнинг методи. Квалификацията, която е придобила дисертантката и натрупаните знания според мен ще бъдат гаранция за успеха на тези бъдещи дейности и изследвания.

10. Лични впечатления

Личните ми впечатления са на базата на двете научни съобщения, които Мая Стоименова направи на конференцията АМiТаNS през 2016 и 2017 г. и които имах възможността да слушам. Положителното ми мнение значително нарастна след предзащитата в кат. Приложна математика на ПУ, на която присъствах.

Заклучение

Считам, че темата на дисертационния труд е актуална, получените резултати отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСБ в ПУ, както и на специфичните критерии за ФМИ при ПУ за получаване на ОНС "доктор". Без да се повтарям, ще кажа, че дисертантката е решила успешно поставените в дисертацията проблеми, а именно усвоила е теорията на стохастичните временни редове, извършила е задълбочено изследване – теоретично, софтуерно и емпирично на основни атмосферни замърсители в няколко града в България, на базата на достоверни резултати и прогнози е направила изводи за тяхната приложимост и надеждност.

Въз основа на гореказаното убедено препоръчвам на Почитаемото НЖ да бъде дадена образователната и научна степен „доктор” на г-жа ас. Мая Пламенова Стоименова по Професионално направление 4.5. Математика, докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката.

Рецензент

(проф. д-р Михаил Д. Годоров)

София, 8 май 2018 г.