

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Автор на дисертационния труд
Петър Руменов Живков

Тема на дисертационния труд
**„Моделиране на качеството на атмосферния въздух
върху здравни и икономически аспекти“**

По професионално направление
4.6 Информатика и компютърни науки

Подготвил рецензията
проф. д-р Олимпия Роева
Институт по биофизика и биомедицинско инженерство, БАН

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Съгласно Социален доклад № 23 на Европейската сметна палата „Прекомерното съдържание на замърсители в атмосферния въздух, като например фини прахови частици (ФПЧ), азотен диоксид и озон, причинява около 400 000 случая на преждевременна смърт всяка година.“ Безспорно е, че целта на дисертационния труд – *изследване на влиянието на фините прахови частици върху остриите заболявания в София и разработване на стратегии за смекчаване на последиците от замърсяването* – е актуална, както в научно, така и в научно-приложно отношение. Докторантът си поставя за цел да разработи и внедри решения за калибриране на данни за ФПЧ и да предложи решения за избор на маршрут спрямо замърсяване в обща софтуерна система за събиране и обработка на данни от различни станции и IoT устройства. В резултат са предложени няколко алгоритми, внедрени в софтуерни системи. Разработените софтуери могат да намерят широко приложение. Например, да се използват от организациите за контрол на качеството на въздуха за наблюдение и управление на качеството на въздуха в реално време.

За изпълнение на поставената цел са дефинирани четири задачи:

1. Връзка между фините прахови частици и здравните показатели за остра заболеваемост в София;

2. Подобряване на данните от граждански станции за измерване качеството на въздуха чрез калибриране с машинно обучение: двустъпков метод;
3. Разработване на софтуерен инструмент за оптимизиране и оценка на велосипедни маршрути чрез характеризирание на излагането на велосипедистите на замърсен въздух;
4. Разработване на IoT платформа за агрегация и моделиране на сензорни данни за качество на въздуха.

Като резултат от изпълнението на поставените задачи са предложени няколко алгоритми, внедрени в софтуерни системи.

2. Степен на познаване на състоянието на проблема и на литературния материал

В дисертационни труд са цитирани 109 литературни източника. Докторантът се е запознал подробно със стандартите за допустими концентрации на ФПЧ и свързаното законодателство на ЕС и насоки на СЗО във връзка с контрола на качеството на въздуха. Разгледал е системите за наблюдение на качеството на въздуха. Представил е сертифицирането на станции за наблюдение на качеството на въздуха. Запознал се е с контролираните техники за машинно обучение; параметричните и непараметричните статистически тестове; и технологии като Django, Python, GraphQL и Rest API.

Петър Живков показва висока степен на познаване на състоянието на проблема и на подходящите инструменти и подходи за решаване на поставените задачи и постигане на целта на дисертационния труд.

3. Обща аналитична характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е добре структурирана и логически последователен съгласно поставените задачи за решаване. Трудът е в обем от 115 страници и съдържа: глава 1 (въведение, актуалност и мотивировка, цел на дисертационния труд и задачи, методология на изследването и представяне на резултатите); глави 2, 3, 4 и 5 с основни теоретични постановки и научни резултати от изследването, заключение – резюме на получените резултати, основни приноси на дисертационния труд, списък на публикациите по дисертационния труд, декларация за оригиналност на резултатите и библиография, наброяваща 109 литературни източника.

В Глава 2 е изследвана връзката между замърсяването с ФПЧ и здравни индикатори за остра заболяемост. Представени са стандартите за допустимите концентрации на ФПЧ в ЕС и насоките, изготвени от СЗО. Определени са разликите в нормите на СЗО и европейското законодателството. Определена е географска зона на изследване – гр. София. Представена е методологията на изследването за замърсяването на въздуха с прахови частици, използваните данни за замърсяване и заболявания, както и използваните параметрични и

непараметрични статистически методи. Доказано е увеличаването на острите дихателни инфекции в периодите на повишена над нормите концентрация на ФПЧ за изследваната зона, гр. София.

Глава 3 е посветена на използване на машинно обучение за калибриране на сензори за ФПЧ. Разгледани са методите за измерване на концентрацията на ФПЧ, сертифицирането на измервателните станции и е направен анализ на техните предимства и недостатъци. Разработена е методология за калибриране на измерванията на концентрацията на ФПЧ10. Предложен е двустъпков модел на калибриране с използване на изкуствена невронна мрежа, който е приложен върху безжичната сензорна мрежа Luftdaten. За калибриране са използвани данни за температурата, влажността, налягането, концентрацията на PM10 от предишния ден, скорост на вятъра и др. Сравнението на моделите с калибрирани данни показва значително подобрене на точността на измерванията.

В Глава 4 е представен разработеният софтуерен модел за избор на велосипедно трасе в зависимост от концентрацията на ФПЧ, трафик, денивелация на терена и сърдечния ритъм на велосипедиста. За генериране на трасе е използван модифициран алгоритъм за намиране на k-кратки пътища с ограничено припокриване (k-SPwLO). В модифицирания алгоритъм се взема под внимание и информацията за натовареността на пътя и денивелацията му. Софтуерният модел извлича данни за качеството на въздуха от стандартни инструменти за мониторинг на околната среда на ИАОС и от сензорни мрежи Luftdaten, Smog, Openaq и др. Информацията се записва, като данните за качеството на въздуха от фиксирани сензори се филтрират и калибрират. Проведени са полевите тестове с 10 участници. Резултатите показват, че при избора на оптимизирания велосипеден маршрут дозата на вдишване на ФПЧ1 се намалява с 23% в неработни дни и до 56% по време на интензивен трафик в работни дни. Приблизително същите резултати са получени и относно ФПЧ2,5.

В Глава 5 е представена софтуерна система за визуализация на замърсяването на въздуха. Процесът на разработка и прилагане на специализираната софтуерна система е подробно описан. Софтуерната система позволява събирането, обработката и анализирането на данни за качество на въздуха, метеорологични данни, трафик, географските информационни системи. При разработването на софтуерната система са използвани технологии като Django, Python, GraphQL и Rest API. Архитектурата на софтуера се състои от модул за събиране на данни и свързване с АПИ; централен репозиториум в облак; модул за обработка и анализ на данни; модул за прогнозиране и калибриране; модул за измерване на замърсяване от ФПЧ по зададено трасе; и модули за визуализация и разпространение на данни. Разработената система предоставя в реално време измерване на качеството на въздуха и анализира данните с цел информиране на гражданите за състоянието на въздуха и евентуалното въздействие върху здравето, което е съществен принос към един особено актуален и обществено значим проблем.

Добро впечатление прави и формулирането на насоки за бъдеща работа в края на главите на дисертационния труд.

4. Оценка на приноси на дисертационния труд и тяхната значимост

Приемам формулираните в дисертационния труд приноси с малки уточнения, а именно:

Научно-приложни приноси

1. *Направен е статистически анализ за корелация между въздушното замърсяване и постъпленията в болници и бърза помощ, с които са определени важни причинно-следствени връзки.*

Както вече бях обърнала внимание на по-ранен етап, извършването на статистически анализ за корелация на данни не е принос. Докторантът трябваше да акцентира на откритите важни причинно-следствени връзки или по-точно – потвърдените след проведените анализи „важни причинно-следствени връзки“.

2. *Разработен е алгоритъм за калибриране на лазерни сензори чрез двустъпков метод с помощта на изкуствени невронни мрежи и детекция на аномалии. Този иновативен метод поддържа по-надеждни и точни измервания от лазерните сензори и има потенциал да бъде използван в широк спектър от сензорни приложения.*
3. *Разработен е алгоритъм, който оценява влиянието на влажността, височината и атмосферното налягане върху качеството на данните за въздушно замърсяване от лазерни сензори. Това позволява по-пълно и точно разбиране на факторите, влияещи върху замърсяването на въздуха и може да бъде приложим и във вертикално планиране.*

Според мен е по-правилно да се каже „разработена е методология за оценка на влиянието на“.

4. *Разработен е алгоритъм за изчисление на най-подходящ път за преминаване на велосипедист, основавайки се на концентрацията на ФПЧ. Този метод на маршрутизация подпомага здравословния начин на живот и насърчава устойчивия начин на придвижване в градовете.*

Приложни приноси

1. *Разработен е софтуер за калибриране на данните за ФПЧ от лазерни сензори, взимайки реперни данни от официалните измервателни станции на МОСВ. Този софтуер позволява на организациите за контрол на качеството на въздуха да използват по-надеждни данни за вземане на решения и управление на замърсяването.*
2. *Разработен е софтуер, който отчита влиянието на влажността, височината и атмосферното налягане и подобрява данните за ФПЧ от лазерни сензори. Този софтуер може да бъде използван от градските*

власти и здравни организации, за да наблюдават и управляват качеството на въздуха в реално време.

3. *Разработен е софтуер за намиране на най-подходящ път за преминаване на велосипедист базирайки се на инхалацията на ФПЧ. Този софтуер може да бъде полезен за индивидуални велосипедисти и градски инфраструктури, които насърчават велосипедното движение.*
4. *Разработена е IoT платформа за агрегация и анализиране на сензорни данни за качество на въздуха. Този софтуер подпомага автоматизацията и улеснява интеграцията на данни от различни източници, подобрявайки ефективността и точността на наблюдението за качеството на въздуха. Освен метеорологични данни интегрирани са и данни за трафик и GIS. Платформата визуализира карти, като ги допълва с измервания от сензорите за качество на въздуха и данни за настоящо състояние на трафика.*

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от дисертационния труд са получили широко разпространение в научната област. Докторантът представя 4 публикации в сборници от международни конференции. Един от сборниците е публикуван в престижната научна поредица *Studies in Computational Intelligence* и има импакт ранг (SJR). Две от публикациите са индексирани в Scopus. Петър Живков е първи автор и на 4-те публикации. Самостоятелната му публикация има две цитирания в Scopus. Всичко това показва личното участие на докторанта в изпълнението на задачите и високото ниво на научните изследвания и резултати.

6. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Авторефератът правилно отразява съдържанието на дисертацията и дава представа за разглежданите проблеми, както и за приносите на дисертационния труд.

7. Критични бележки по дисертационния труд

Петър Живков е взел под внимание голяма част от предварително направените коментари и бележки. Смятам, че всички съществени забележки са отразени в дисертационния труд. Забелязват се някои технически грешки и неточности, но те не са от съществено значение.

Това което прави не добро впечатление са пропуските и неяснотите в изказа на български език. Например, при дефинирането на задачите на дисертационния труд – първата задача „Връзка между фините прахови частици и здравните показатели за остра заболяемост в София“ би звучала много по-добре като „Изследване на връзката между концентрацията на фините прахови частици и здравните показатели за остра заболяемост в София“, както е в английската версия на автореферата.

Друг пример е самото заглавие на дисертационния труд - „Моделиране на качеството на атмосферния въздух върху здравни и икономически аспекти“ – моделиране върху ... ? Отново в английската версия на автореферата заглавието е дадено като „Modeling the state of air quality based on health and economic aspects“ което е различно от заглавието на български.

Във връзка с това бих искала докторантът да поясни кои са икономическите аспекти визирани в заглавието.

Препоръчвам в бъдеще Петър Живков да отделя повече внимание на детайлите и изказа, защото те са важни за цялостното възприемане на труда.

8. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

На основание на извършените научни изследвания и постигнатите резултати давам висока оценка на дисертационния труд на Петър Живков.

Дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ – БАН. Постигнатите научни и научно-приложни резултати ми дават основание да предложа на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Петър Живков в професионално направление 4.6 Информатика и компютърни науки.

23.01.2025 г.
София

На основание
ЗЗЛД