

РЕЦЕНЗИЯ

за дисертационния труд на **Петър Руменов Живков** на тема
“МОДЕЛИРАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ ВЪРХУ
ЗДРАВНИ И ИКОНОМИЧЕСКИ АСПЕКТИ”

от проф. д.н. **Иван Димов**, секция
“Паралелни алгоритми и машинно обучение с Лаборатория по невротехнологии”,
Институт по информационни и комуникационни технологии
към Българската академия на науките (ИИКТ-БАН)

Със заповед № 276/06.11.2024 г. на директора на ИИКТ-БАН съм утвърден за член на Научно жури във връзка с процедура за придобиване на образователната и научната степен „доктор“ по докторска програма 4.6, професионално направление „Информатика и компютърни науки“ от Петър Живков с дисертация на тема “*Моделиране на качеството на атмосферния въздух върху здравни и икономически аспекти*”, научен ръководител проф., д.н. Стефка Фиданова, ИИКТ-БАН. На първото заседание на Научното жури, състояло се на 11.11.2014 г. в ИИКТ-БАН, съм избран за рецензент.

1. Област на изследванията, актуалност, цели и задачи

Представеният дисертационен труд на Петър Живков е фокусиран върху една безспорно актуална и развиваща се област от информатиката и математическото моделиране.

Дисертацията е посветена на моделиране на качеството на атмосферния въздух и изучаване на неговото въздействие върху здравето на хората и върху отделни аспекти на икономиката.

Научно-изследователската работа, представена в дисертацията е фокусирана върху иновациите в една от динамичните области на съвременните изследвания, свързана с качеството на въздуха. Мотивацията и обектът на приложение на тази работа произлиза от важността да бъдат анализирани здравните и икономически последици от три основни замърсители в европейските градове, а именно: фини прахови частици (ФПЧ), азотен диоксид и озон. Резултатите показват, че ФПЧ са основната причина за икономическите щети в следствие на болести и смъртност от мръсен въздух. Поради това, необходимостта от модели, които да могат да изследват заболяемостта при остри състояния, базирани на данни за качеството на въздуха съществено нараства. Налице е спешна необходимост от всеобхватни изследователски усилия и подобрени методи за събиране на данни, които да преодолеят съществуващите пропуски в знанията и да проправят пътя за вземане на информирани решения в борбата със замърсяването с ФПЧ и за подобряване на качеството на здравето в големите градове, и в частност в София.

Основната цел на дисертацията е изследване влиянието на (ФПЧ) върху острите заболявания в София и намиране на методи за превенция. За постигането на тази цел са формулирани следните задачи::

Задача 1: Намиране на връзка между фините прахови частици и здравните показатели за остра заболяемост в София.

Задача 2: Подобряване на данни от граждански станции за измерване качеството на въздуха чрез калибриране с машинно обучение: двустъпков метод.

Задача 3: Разработване на софтуерен инструмент за оптимизиране и оценка на велосипедни маршрути чрез характеризирани на излагането на велосипедистите на замърсяване на въздуха.

Задача 4. Разработване на IoT платформа за агрегация и моделиране на сензорни данни за качество на въздуха.

2. Познаване на състоянието на проблема от страна на дисертанта

За мен е ясно, че дисертантът Петър Живков познава добре разглежданата тематика, актуалното състояние и постигнатите досега резултати при решаването на поставените в дисертацията задачи.

3. Методология на изследването

В рецензирания дисертационен труд се използва мултидисциплинарен подход, съчетаващ количествен анализ и статистическо моделиране. Извършен е систематичен преглед на съществуващи изследвания за да се обобщят и синтезират настоящите доказателства за връзката между качеството на въздуха и здравните последици. Анализирани са епидемиологични проучвания и данни от агенции за здравно наблюдение за да се определи количествено връзката между конкретни замърсители и последиците за здравето.

Събирани са и са използвани данни за постъпленията и хоспитализациите от две големи болници в София, данни от регистъра на бърза помощ и измервания на ФПЧ както от официални измервателни станции на Изпълнителната агенция по околната среда (ИАОС), така и от граждански лазерни станции. Събрани са и метеорологични данни, включително влажност, атмосферно налягане, температура и данни за трафик.

Важна част от работата е разработения модел за оптимизиране на велосипедните трасета за минимално вдишване на ФПЧ. Това включва използване на модифициран алгоритъм за намиране на най-краткия път и провеждане на реални полеви тестове за валидиране на методологията. Приложен е нов подход за агрегиране, организиране, обработка, моделиране и обмен на данни в IoT системата. Представена е методология, позволяваща цялостен анализ на въздействието на ФПЧ върху острите заболявания, калибриране на гражданските лазерни станции, визуализиране на данните чрез IoT платформата и оптимизиране на велосипедните пътеки за намаляване на вдишването на ФПЧ.

4. Характеристика и оценка на приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд на Петър Живков се състои от шест глави: уводна глава, последвана

от четири глави, които разглеждат всяка една от задачите и заключение. Дисертацията съдържа 115 страници, 17 таблици, 12 графики, и 108 литературни източника.

Във втора глава е направен аналитичен обзор на влиянието на ФПЧ върху остри заболявания в София. Разгледани са данни от 2 големи софийски болници (УМБАЛСМ Пирогов и УМБАЛ Токуда) и случаите в столична бърза помощ. Сравнени са измененията на болничните постъпления и хоспитализации в дни на въздушно замърсяване под и над здравословните норми на Световната Здравна Организация (СЗО). Мотивирана е необходимостта от използване на граждански лазерни станции за допълване на представителните данни от официалните измервателни станции на МОСВ. Резултатите от тази глава са публикувани в статия [102].

В трета глава е представен двустъпков метод на автоматична калибровка на данни от граждански лазерни станции за измерване на ФПЧ посредством използването на контролирани и неконтролирани „machine learning“ модели. За реперни данни са използвани официални измервателни станции на МОСВ. В моделите са изследвани и включени влиянието на влажността, атмосферното налягане и температура. За калибриране на данните са използвани 5 „machine learning“ модела, сравнена е точността на техните резултати. Резултатите от тази глава са публикувани в статия [101].

В четвърта глава е описан модел за намиране на „най-подходящ велосипеден път“ с оглед минимална инхалация на ФПЧ от страна на колоездача. За целта е използван модифициран алгоритъм за намиране на най-кратки пътища. Направена е експериментална реализация и валидиране на разработената методология чрез тестове в реални условия. Разгледани са и са сравнени резултатите от замърсяване и инхалация на ФПЧ на два маршрута - този, който е предложен от софтуера и маршрут, който следва велоалеи. Резултатите от тази глава са публикувани в статия [103].

В пета глава е описан процесът на разработване на архитектура на IoT платформа, при която е използван нов подход за агрегация, организация, интелигентна обработка и обмен на данни в IoT системата. Описано е изграждането на системата, която показва местоположението и показателите на измервателните станции върху географска карта в [104].

Шеста глава съдържа заключението, където са обобщени получените резултати в дисертационния труд и са посочени научните и научно-приложните приноси. Определени са бъдещи насоки за изследвания и развитие. Предложени са стратегии за справяне с предизвикателствата, свързани със замърсяването на въздуха и неговото въздействие върху човешкото здраве.

Основните научно-приложни и приложни приноси в дисертационния труд могат да се формулират по следния начин.

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.

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.

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.

Съгласен съм с направената констатация в дисертацията, че получените резултати могат да се използват в приложни области от науката и инженерната практика и те са следните:

1. Разработен е софтуер за калибриране на данните за ФПЧ от лазерни сензори, вземайки реперни данни от официалните измервателни станции на МОСВ. Важно е, че 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.

С оглед на изследванията и резултатите, представени в този дисертационен труд, можем да заключим, че този проект носи важни научни и приложни приноси, които се отразяват на развитието и подобряването на системите за измерване на въздушното замърсяване и съответните технологии.

5. Публикации по дисертацията

Дисертационният труд се основава на **4 научни публикации**, от които **3 са публикувани в специализирани международни издания с IF или SJR ранг** реферирани в световната система за реферирание и индексирание и също така публикувани в международни издания и томовете от

конференции. Според Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН изискването е за три научни публикации, поне една от които да е в списание с импакт-фактор или в специализирано международно издание. В този смисъл, необходимите изисквания са напълно удовлетворени. Представените работи са публикувани в периода 2020 г. — 2024 г. Една от публикациите е самостоятелна, а останалите три са в съавторство.

Резултатите в настоящия дисертационен труд са докладвани на различни научни форуми, като:

- Международна конференция FedCSIS 2021, проведена онлайн;
- FedCSIS 2022 4-7 септември 2022, София;
- Conference on Environmental Protection and Disaster Risks 2020, проведена онлайн с над 80 участника от Европа.

Авторефератът отразява правилно съдържанието и основните приноси на дисертацията. Той е в обем от 55 страници и съдържа 81 цитирани източници.

6. Критични бележки

Имам някои критични бележки и препоръки към докторанта:

- Бих предложил лека модификация на заглавието на дисертационния труд за да отговаря по-точно на съдържанието и приносите в него, а именно: “Моделиране на качеството на атмосферния въздух: здравни и икономически последици”. Тогава заглавието на английски език би било: “Modeling Ambient Air Quality: Health and Economic Implications” и би било по-добре от сегашния английски превод: “Modeling the State of Air Quality based on Health and Economic Aspects”. Тази препоръка е в случай, че дисертантът впоследствие публикува резултатите от дисертацията в книга.
- Бих препоръчал да бъде направен един още по-задълбочен анализ на съществуващите оптимизационни алгоритми за задачи, свързани с обработка, анализ и прогнозиране на данни. Тъй като входните данни се измерват с определена точност препоръчвам използването на анализ на глобалната чувствителност (Global Sensitivity Analysis). Това би подобрило надеждността на прогнозиране.
- Установих някои неточности във отделни формулировки, които, обаче не водят до недоразбиране или изкривяване на смисъла на твърденията.

Искам да отбележа, че тези бележки/препоръки не развалят доброто впечатление от работата на докторанта и от свършената работа, но изискват по-голяма прецизност и внимание от страна на докторанта.

7. Лични впечатления

Познавам Петър Живков като докторант в секция „Паралелни алгоритми и машинно обучение с Лаборатория по невротехнологии“ на ИИКТ-БАН и имам добро мнение за него като изследовател. Той е мотивиран за извършване на научна дейност, настойчив е в целите си и притежава добри организационни и комуникационни умения.

8. Заключение

Дисертационният труд съдържа резултати, които имат научен и научно-приложен принос в областта на професионално направление „Информатика и компютърни науки“ и повечето от тях са публикувани в специализирани международни издания с SJR ранг. Представената дисертация отговаря на всички изисквания на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), както и на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ-БАН. Посочените критични бележки в настоящата рецензия в никакъв случай не омаловажават получените резултати в дисертацията.

Изложеното дотук ми дава основание за положителна оценка на представения дисертационен труд, с което предлагам на Научното жури да присъди образователната и научната степен „доктор“ на Петър Руменов Живков по докторска програма 4.6, професионално направление „Информатика и компютърни науки“.

27.01.2025 г.

Подпи

На основание
ЗЗЛД

....