

## РЕЦЕНЗИЯ

Относно: Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.4. Науки за Земята, научна специалност Картография (Тематично географско картографиране – Дистанционни изследвания)

Автор на дисертационния труд: Павел Иванов Цетков

Тема на дисертационния труд: Геопространствен анализ на газови емисии с помощта на БЛС

Научен ръководител: Доц. Д-р Антон Филипов

От: Проф. д-р Марияна Николова, Национален институт по геофизика, геодезия и география при БАН, Департамент „География“

Основание за представяне на рецензията: Член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-111 от 22.02.2021 г. на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски“

### **Обща информация за докторанта**

Павел Цветков е дипломиран бакалавър по международни отношения и икономикс от Университета по национално и световно стопанство от 2008г. От септември 2015 г. е дипломиран магистър по „Географски информационни системи и картография“ в Геолого-географския факултет (ГГФ) на СУ „Св. Климент Охридски“. От 10 февруари 2017 г., със заповед № РД 20-320 на Ректора на СУ, е зачислен като редовен докторант по докторска програма “Картография (Тематично географско картографиране – Дистанционни изследвания) ГГФ на СУ „Св. Климент Охридски“. От 15.02.2020г. е отчислен с право на защита поради изтекъл срок със заповед на Ректора № РД–20-550 от 19.02.2020г. Приложената документация показва, че Павел Цветков е изпълнил образователната си програма по докторантурата съгласно изискванията на ЗРАС и на правилника за приложението му в СУ.

## Характеристика на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е в обем от 189 стр. текст и 137 фигури. Не е приложен списък на фигурите. Списъкът с използвана литература (Библиография) съдържа 130 заглавия, от които 3 са на български език и 127 са на английски. Дисертацията съдържа Абстракт, Благодарности, Увод и три глави – Теоретико-методологична основа (28 стр.), Изследвания (89 стр.), Изводи (15 стр.) и Библиография.

В Абстракта накратко (2,5 стр.) са подчертани актуалността на темата и основните достойнства на дисертационния труд.

В Глава Първа (*Увод*) са разгледани подробно, в обем от 32 страници, актуалността на темата за качеството на атмосферния въздух и необходимостта от надграждане на методите за мониторинг с помощта на безпилотните летателни системи (БЛС), както и техните предимства. Коментирани са източниците и физико-химичните измерения на замърсителите във въздуха с фокус върху праховите частици, както и тяхното отражение върху човешкото здраве и компонентите на околната среда, с позоваване на резултатите от изследванията на десетки автори. Обосновани са предмета, обекта, целта и задачите на изследването, но не са добре разграничени и формулирани:

*„Основният предмет на изследване в тази дисертация е пространственият анализ на разпространението на фини прахови частици.“*

Като *обект* на изследването се посочва *„праховото замърсяване, произлизащо от различни категории източници в градските и крайградските райони“*. В допълнение се казва, че *„Като обекти на изследването са избрани места на наблюдение, които предоставят разнообразни условия и потенциални източници на фини прахови частици“*.

*„Целта на изследването е геопространствен анализ на газови емисии с помощта на БЛС“*. Уточнява се, че изследването *„се стреми към количествена оценка на вертикалния и хоризонталния профил на замърсителите, генерирани от трафика в пространства, съседни на магистрали и други пътни артерии, като се използва разработена за целта безпилотна летателна система или БЛС“*.

Посочени са две главни практико-приложни *задачи*: 1) Да се разработи БЛС за количествена оценка на замърсяването на въздуха в условия, при които вземането на проби с общи техники не е възможно или би дало

неточна представа и 2) Да се демонстрират възможностите на системата чрез конкретни експериментални изследвания.

Глава Втора, „*Теоретико-методологична основа*“, е в обем от 25 страници и включва 4 подточки: Преглед на литературата, Използвани методи, Информационна основа и Хардуер и софтуер. В прегледа на литературата са коментирани публикации върху съществуващия хардуер за измерване на замърсители, видовете и изискванията на БЛС и предходния опит от подобни изследвания. Тази част показва добрата осведоменост на автора по проблематиката на дисертацията, натрупания опит и респективно, мотивирания избор на методите за създаване на безпилотната летателна система и средствата, чрез които да се извършват измерванията чрез нея. Обяснени са основните два компонента на системата - сензорите и безпилотната летателна система, избрани за провеждане на изследването. Избран е сензор за прахови частици AirBeam2 с възможност за измерване на частици ФПЧ1, ФПЧ2.5 и ФПЧ10, температура и влажност на въздуха. Подчертава се, че устройството е избрано като „икономично решение с отворен код и добра функционалност“. Представени са и три сравнителни изследвания на резултатите на AirBeam2 спрямо други сензори, два от които от предходни изследвания. БЛС е разработена на основата на дрон Tarot FY650 IRON MAN 650 Quad-Copter. Разгледани са различните аспекти на използването на БЛС като платформа за изследване на качеството на въздуха с техните предимства и регулаторни ограничения. Извършен е обзор на растерните бази данни, с които могат да се представят стойностите на фините прахови частици за определени точки в пространството посредством структуриране на измерванията в таблици в CSV (comma separated values) формат. Посочени са изискванията за проектиране на БЛС за мониторинг на замърсяването на въздуха (отворен дизайн на БЛА, интеграция на цялостна комуникационна система, интегриране на датчици за мониторинг на замърсяването, съхранение, обработка и показване на данни на в облак), както и използваните части и консумативи за провеждане на изследването.

В Глава Трета, „*Изследвания*“, е в обем от 89 страници и е структурирана както следва: Сравнителен анализ на сензор, Хоризонтални и вертикални изследвания, Вертикално изследване, Откриване на източник на замърсяване чрез БЛС, и Разпространение на прахови частици по два маршрута, пресичащи град София.

*Апробирането* на избрания сензор е извършено по отношение на Националната автоматизирана система за мониторинг на КАВ при ИАОС, Пилотната система от сензори за следене на качеството на атмосферния

въздух на територията на Столична община AIRTHINGS, и мрежата от сензори за качеството на въздуха AirBG, измерваща концентрациите на ФПЧ (ФПЧ<sub>10</sub> и ФПЧ<sub>2.5</sub>) в 400 пункта в гр. София. Системата на Изпълнителна агенция по околната среда предоставя данни единствено за стойностите на прахови частици с размер ФПЧ<sub>10</sub> и не достатъчно детайлна информация за целите на сравнителния анализ, но въпреки това, данни показват добра корелация с концентрациите измерени чрез AirBeam2 в проведените наблюдения за ФПЧ<sub>10</sub>. Извършеното сравнение с референтен инструмент е с цел калибриране на сензора. Резултатите показват сходно поведение и добра корелация на данните от всички референтни сензори с тези от AirBeam2.

За *хоризонталното и вертикално разпространение на ФПЧ*, са извършени по три експериментални измервания през 2018 и 2019 г. в избраните обекти на изследване - Автомагистрала „Тракия“, Индустриален път, кв. Младост, София и Околовръстен път на София. Измерванията се извършват на височина от 10 и 20 m над избраните участъци за измерване. Установява се, че над 10 m има хоризонтално разпространяване на праховите частици със завишена концентрация, а на 20 m височина концентрациите на праховите частици намаляват с увеличаването на дистанцията от замърсителя при повечето измервания. Отчита се ролята на терна, растителността, метеорологичните условия, интензивността и посоката на трафика на пътя, локалната турбуленция и др. фактори, които влияят на резултатите. Установява се равномерно разпространение на частиците и намаляване на концентрациите им в дистанция, и височина спрямо източникът им.

За изследването на *вертикалното разпространение на праховото замърсяване* е използвана мултироторна БЛС за измерването на фини прахови частици с размери ФПЧ<sub>1</sub>, ФПЧ<sub>2.5</sub> и ФПЧ<sub>10</sub>. Измерванията отразяват вертикалното разпространение на праховото замърсяване от трафика в непосредствена близост до Южната дъга на Околовръстен път в София (в района на резиденция Бояна). Проведени са три измервателни полета с височина до 50m над терена, с паузи на всеки 10 m височина, през юни 2019г. Резултатите показват, че над 30 m височина концентрациите намаляват, като това е най-добре изразено при частиците с по-голяма маса, а в непосредствена близост до повърхността съществува слой със относително по-ниска прахова концентрация. Изследването демонстрира, че използването на БЛС може да представи вертикални сечения на разпространението на замърсители от пътен трафик в атмосферата.

Експериментът за *откриване на източник на замърсяване* с ФПЧ е проведен чрез симулация на замърсител с фини прахови частици от стандарти димки в извънградски условия. Три измервания са извършени през юни и юли 2020 г. от полети с четири надлъжни прелитания, всяко с дължина от около 100m над територията и с отстояние от около 20 m. Визуално наблюдавайки получените резултати, местоположението на източника на замърсяване може да бъде лесно открито. От визуализацията на данните се вижда, че концентрациите на частици в графиките под изображенията показват добра корелация със близостта до димките, като преминаването през точки на завишена концентрация се вижда ясно, позволявайки да се определи посоката от която се разпространява замърсителя при отчитане на посоката на вятъра. При всички измервания е наблюдавана по-малка корелация между посоката на вятъра и разпространението на леките частици с големина до 1 $\mu$ g.

Изследването на *разпространението на прахови частици по два маршрута, пресичащи град София* е съсредоточено върху наблюдение на ефектите на автомобилния трафик върху качеството на въздуха чрез сензор за прахови частици AirBeam2, прикачен към превозно средство. Измерванията са проведени в три дни през април 2020 г. Двете трасета на измерване са по протежение две основни пътни артерии, които се пресичат почти перпендикулярно в центъра на София, и дават картина на концентрациите на прахови частици в различните части на столицата. Също така, това са едни от най-натоварените пътни артерии и кръстовища на града. Въз основа на измерванията са създадени профили на разпространението на праховите частици с размери 1 $\mu$ g, 2.5 $\mu$ g и 10 $\mu$ g по двата маршрута и са определени „горещите точки“ на замърсяване по тях. Експеримента демонстрира един лесно приложим метод на измерване качеството на въздуха в условия, при които използването на БЛС е ограничено, както и различните приложения на използвания сензор.

Представените в тази глава резултати от проведените експериментални изследвания разширяват познанията ни за възможните приложения на БЛС при мониторинга върху качеството на атмосферния въздух. Данните от извършените теренни изследвания са обработени, графично представени и анализирани последователно в текста, като вска част завършва с кратък обобщаващ заключителен текст.

В Глава четвърта, „Изводи“, изчерпателно са посочени обективните предимства и ограничения при приложението на БЛС за мониторинг на замърсяването на въздуха от транспорта. Подчертани основните резултати от изследването като се акцентира на това, че за първи път е направен

изчерпателен анализ на това, което трябва да се направи, за да се оптимизира развитието на системи за БЛА и да се разширят сферите на тяхното приложение за мониторинг на КАВ.

### **Приноси**

Посочени са осем приноса, повечето от които не са добре формулирани. Някои се припокриват по съдържание (първия и четвъртия), други трябва да се обединят (втория и третия), а трети просто нямат приносен характер (петия, шестия, в който има 4 цитата, и седмия). Така, от предложените осем приноса ние приемаме за защитени в текста пет.

### **Автореферат**

Авторефератът е в обем от 40 страници и отразява същността на дисертационния труд.

### **Публикации по дисертацията**

Представени са две самостоятелни научни публикации по темата на дисертацията, които са приети за публикуване в Годишника на СУ „Цв. Климент Охридски“, Кн. 2 – „География“. В уверение на това са представени две служебни бележки с Изх. № 3 и № 4 от 19.02.2021 г., подписани от Главния редактор на изданието.

### **Критични бележки и препоръки**

1. На заглавните страници на дисертацията и на автореферата е допусната грешка, като е изписано „образоватлна степен „доктор“, а не „образователна и научна степен „доктор“, както е според ЗРАС.
2. Представената в документацията автобиография е пределно лаконична и е на английски език.
3. Предметът и обектът на изследването не са добре формулирани в Първа глава.
4. В Глава трета се забелязват идентични параграфи в текста на стр. 103-104 и на стр. 119.
5. На места в текста не се прави разлика между „метод“ и „методология“, което личи и при формулирането на приносите.
6. Приносите не отразяват убедително постиженията на изследването.

7. Библиографията не е подредена по азбучен ред и това затруднява проследяването на цитиранията в текста.

8. Не всички мерни единици са представени според SI.

9. Познаването на всички условия на средата, които могат да повлияят резултатите от измерванията е важна особеност на наблюденията чрез БЛС и оценяваме положително това, че на тези условия е отделено внимание в текста. Въпреки това, считаме че изследването би имало много по-голям методологичен принос, ако имаше отделен анализ и ситематизация на влиянията на условията на средата върху резултатите от приложението на БЛС за мониторинг на концентрациите на ФПЧ.

### **Заклучение**

Представено е самостоятелно научно изследване с показани практико-приложни приноси по актуална научна проблематика. Проведените експериментални изследвания демонстрират както предимствата, така и ограниченията при прилагането на БЛС за мониторинг на замърсяването на въздуха с ФПЧ. Получените резултати обогатяват съществиващите знания за хоризонталното и вертикално разпространение на ФПЧ в близост до транспортни артерии. Нямаме основания за съмнение в плагиатство.

**Давам положителна оценка на дисертационния труд на Паел Цветков и предлагам на Научното жури да гласува „ЗА“ присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.4. „Науки за Земята“, научна специалност „Картография“ (Тематично географско картографиране – Дистанционни изследвания).**

12.04.2021г.

София

Изготвил:

Проф. д-р Марияна Николова