

РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Ренета Димитрова,
катедра „Метеорология и геофизика“, ФзФ, СУ „Св. Кл. Охридски“

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

Автор на дисертационния труд: Павел Цветков

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

Научен ръководител: доц. д-р Антон Филипов

Основание за представянето на настоящата рецензия е решение на Факултетния съвет на ГГФ, СУ „Св. Кл. Охридски“, Протокол №2 от 16.02.2021г., включването ми в състава на научно жури, определено със заповед №РД 38-111/22.02.2021г. на Ректора на СУ „Св. Кл. Охридски“ и решение на научното жури от 12.03.2021г.

I. Изисквания към кандидата

Настоящата рецензия е изготвена на основание на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане (ППЗРАСРБ) и правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) на СУ „Св. Кл. Охридски“. Представените документи по защитата показват, че кандидатът отговаря на изискванията на чл. 6 на ЗРАСРБ, на глава 2, раздел II от ППЗРАСРБ и раздел III на ПУРПНСЗАД на СУ „Св. Кл. Охридски“, като са спазени всички процедурни изисквания.

Павел Цветков получава образователно-квалификационната степен „бакалавър“ по „Международни отношения и икономика“ от Oakland University, САЩ през 2008г., степен “магистър” по специалност „Международен бизнес и корпоративно право“ от University of Lancaster, Англия през 2009г. и по специалности „Счетоводство и контрол“ от Университет за национално и световно стопанство и „Географски информационни системи и картография“, ГГФ, СУ „Св. Кл. Охридски“ през 2015г.

Докторантът има практически опит свързан с различни аспекти на банковото дело от работата си в банката Morgan Stanley Chase в САЩ. Също така той работи за кратко като системен администратор в University of Lancaster, Англия и почти 8 години като счетоводител в две компании в България и САЩ. Обучението и работата в чужбина доказват отлично владение на английски език, а успешното дипломиране в различни магистърски програми и работа в различни организации и фирми показва интереси в широк кръг от области – икономика, право, счетоводство и географски информационни системи и картография.

Не познавам лично Павел Цветков, но работата в различни колективи и справянето в толкова различни области на познанието показват ерудирана, дисциплинирана и упорита

личност. Успешното усвояване и прилагане в работата на различни специализирани софтуерни продукти (8 на брой) в Windows и Linux среда показват отлични качества като професионалист успешно реализиращ се в различни сфери, както в частни предприятия (Morgan Stanley Chase, Ranbaxy Bulgaria, Black Sea Trucking Inc.), така и в научно-изследователска институция като University of Lancaster.

Със Заповед на Ректора на СУ „Св. Кл. Охридски“ № РД 20-320/10.02.2017 г., Павел Цветков е зачислен за докторант в редовна форма на обучение по докторска програма „Картография (Тематично географско картографиране – Дистанционни изследвания)“ в катедра „Картография и географски информационни системи“ на ГГФ (решение на Факултетния съвет на ГГФ от 24.01.2017 г., протокол № 1). След изтичане на срока на докторантурата на 15.02.2020г. със заповед на Ректора на СУ „Св. Кл. Охридски“ № РД 20-550/19.02.2020г. той е отчислен с право на защита (решение на Факултетния съвет на ГГФ от 18.02.2020г., протокол № 3).

II. Общо описание на дисертационния труд

Актуалност

Подобряването на състоянието на въздуха в населените места е жизненоважно за постигане на по-високо качество на живот. Хората, живеещи в урбанизирани територии, са потенциално изложени на сравнително високи нива на замърсяване на въздуха, като фините прахови частици (ФПЧ) представляват един от основните рискови фактори за здравето на населението. До голяма степен високите нива на замърсяване с ФПЧ в урбанизираните райони се дължи на транспорта, от една страна поради директното емитиране на ФПЧ с диаметър по-малък от 2.5 μm , от друга страна поради ресуспендирания прах от пътната настилка при интензивен трафик по натоварените пътни артерии. Усилията на регулаторните органи за ограничаване на замърсяването и неговото вредно въздействие върху човешкото здраве е приоритетна задача на всички нива – локално, регионално, в рамките на Европейския съюз и в световен мащаб. Въпреки усилията, положени през последните десетилетия, проблемът остава все още нерешен поради бързото разрастване на урбанизираните райони и струпването на все по-голяма маса от хора, които със своята ежедневна дейност и натоварване върху транспортната система предизвикват емитиране на вредни вещества, които замърсяват атмосферния въздух.

Очевидна е необходимостта от засилен контрол и разработването на надеждни, лесно внедрими и евтини методи за измерване на замърсяването от транспорта, най-динамичната и бързо променяща се система във времето и пространството. Беспилотни летателни апарати (БЛА), оборудвани със сензори за измерване на качеството на въздуха, предлагат нов подход и възможности за изследвания в областта на замърсяването на въздуха и мониторинг на концентрацията от транспортните източници. БЛА имат способността да покриват големи площи и могат да наблюдават отдалечени, опасни или труднодостъпни места. Също така БЛА позволява регистрирането на концентрацията на замърсители на различни височини - от земната повърхност до 50 m над нея, като позволява анализирането на данни за вертикалната структура на полето на концентрацията, което не е възможно с регистрирането на данни от стационарните пунктове за измерване на

замърсители. По този начин се повишава оперативната гъвкавост и пространствения обхват в сравнение с наземните методи.

Всички тези проблеми са особено актуални и са обект на научното изследване в дисертацията.

Съдържание на дисертацията

Обемът на дисертацията е 187 страници. Структурирана е в 4 глави като първата е Увод, а последната Изводи, Библиография, Списък на съкращенията и Ключови думи. Отделно е представен Абстракт и Благодарности преди съдържанието. Приносите на докторанта са представени като част от последната глава – Изводи.

Първа глава (25 страници) на дисертацията е по същество обзорна, като във въведението са формулирани целите на настоящото изследване, разгледани са източниците на ФПЧ и тяхното разделение по размери според различни автори, свързаните с тяхната висока концентрация здравословни проблеми, като са посочени редица публикации, показващи различни аспекти на този проблем в зависимост от типа замърсител и продължителността на неговото влияние. Разгледано е както директното влиянието на аерозола върху радиационния баланс в ниската тропосфера и влиянието върху климатичните промени както в глобален, така и в регионален мащаб, така и индиректното влияние водещо до промени в хидрологичния цикъл. Представени са предимствата на безпилотната летателна система (БЛС) за измерване на хоризонталното и вертикалното разпространение на ФПЧ. Описани са предмета, обекта и целите на изследването, където са изтъкнати предимствата на използвания нов метод на измерване - БЛА оборудван с различни сензори. Описани са теоретичните и практико-приложните задачи на изследването.

Втора глава (30 страници) е представена като теоретико-методологична основа. В тази глава е представен преглед на литературата, описание на хардуер за измерване на замърсители, видове и изисквания към безпилотни системи, използвани методи, растерна визуализация, представени са компоненти на системата. Към тази глава са описани методите на измерване на ФПЧ с различни размери (ФПЧ₁, ФПЧ_{2.5}, ФПЧ₁₀), температура и влажност, както и наблюдение с БЛС, разработена на основата на дрон Tarot FY650 IRON MAN 650 Quad-Copter и автопилот тип Pixhawk, снабден с радио- комуникационен модул за двустранна връзка на честота 433MHz. Представени са възможностите на дистанционните методи, в това число използването на БЛА като платформа за изследване на качеството на въздуха, както и използването на растерни данни за представяне на стойността на ФПЧ в геореферирани координатна система. Дефинирани са ясно 4 изисквания за проектиране на БЛС – отворен дизайн, интеграция на цялостна комуникационна система, интегриране на датчици за мониторинг на замърсяването и възможност за съхранение, обработка и визуализация на данните в „облачна“ среда. Описани са подробно частите, използвани за конструирането на БЛА, като също е обоснован избора на сензора AirBeam2 за измерване на масовата концентрация на частици (ФПЧ₁, ФПЧ_{2.5}, ФПЧ₁₀). Показани са също резултати от валидиране на сензора AirBeam2 в предишни две изследвания.

Трета глава (96 страници) обхваща същинската част на проведеното изследване. То е систематизирано в 5 под-части – сравнителен анализ на сензор, изследвания на три обекта в хоризонтално направление, на две различни височини 10 и 20 m, допълнителни измервания на концентрацията на пет нива от земната повърхност до 50 m, откриване на източник на замърсяване чрез БЛС и изследване на разпространението на частици (ФПЧ₁, ФПЧ_{2.5}, ФПЧ₁₀) по два маршрута, пресичащи град София.

При сравнителния анализ използваният сензор AirBeam2 е калибриран с измервания за интервал от 1 час в три делнични дни в специфични часове 10:00, 13:00 и 15:00. Използвани са данни за ФПЧ₁₀ в една станция (АИС Павлово, гр. София) от Националната система за мониторинг на околната среда към Изпълнителна агенция по околната среда. Показани са също резултати от калибриране със сензор в квартал Дружба, гр. София, включен в мрежата от 22 станции закупени по програма на Европейския съюз "Балкани – Средиземно море (2014-2020). Ефективно използване на новите технологии за чист атмосферен въздух (AIRTHINGS)“, стопанисвани от Столична община. Сравнявани са концентрациите на ФПЧ_{2.5} и ФПЧ₁₀. Използвани са също данни от гражданската мрежа AirBG в квартал Дружба, гр. София. Резултатите са анализирани и е направен извода, че използвания сензор дава сходни резултати с референтните инструменти.

Първото проведено изследване представя възможностите на БЛС за измерване и визуализация на частици емитирани от движението по пътища с интензивен трафик. Избрани са три различни локации, като е направен опит да се установят разликите в полето на замърсяване при различни условия: интензивен трафик без допълнително натоварване от други източници (автомагистрала „Тракия“ в близост до изхода към село Лозен, далеч от централните градски части), индустриален път с натоварен трафик на товарни автомобили и наличие на препятствия с потенциален ефект върху разпространението на ФПЧ (улица „инж. Георги Белов“, индустриална зона Изток, кв. Младост) и много интензивен трафик с допълнително натоварване от други източници (околовръстен път в района на Национален исторически музей). Измерванията са проведени през три делнични дни в три различни седмици в избрани времена за наблюдение за всяка от трите локации. За автомагистрала „Тракия“ измерванията покриват 4 отсечки достигащи до 200 m за останалите локации само две отсечки достигащи до 100 m отдалеченост от пътя, като разстояние между тях 50 m, а полетите са осъществявани на височина 10 и 20 m. Получените данни са анализирани и представени изводи за всеки от експериментите.

Вторият експеримент е планиран с цел да се представи по-добре вертикалното разпределение в полето на концентрацията на ФПЧ на височина от земната повърхност до 50 m, като на всеки 10 m височина БЛС прекарва 10 секунди в статично положение. Изследването е проведено на южната дъга на околовръстен път в района на резиденция Бояна, отново в три различни делнични дни, в различни часове - 09:30, 12:00 и 16:00, като самото измерване е в рамките на приблизително 3-4 минути. Анализът на резултатите показва значително понижение на концентрацията и за трите размера частици (ФПЧ₁, ФПЧ_{2.5}, ФПЧ₁₀) на височина над 30 m в сравнение с по-ниските нива.

Третият експеримент представя използването на БЛС за откриване точка на замърсяване, в случая симулиран пожар чрез използване на димки. Изследването е

проведено в извън градски условия в близост до град Велинград, при осигурени условия за безопасност и различни метеорологични ситуации - южен вятър със скорост 1 m/s и 5 m/s, както и югоизточен вятър със скорост 5 m/s. Проведените полети се състоят от четири надлъжни прелитания, всяко с дължина от около 100 m над територията с дистанция между тях от около 20 m, като височината на полетите е съобразена с разпространението на димния факел. Направеният извод е, че използването на БЛС може да спомогне за локализацията на източника на замърсяване чрез представянето на хоризонтални сечения на концентрацията.

Последният експеримент е насочен към изследване влиянието на транспорта върху замърсяването в градска среда и влиянието му върху човешкото здраве чрез създаване на профили на концентрацията на ФПЧ по протежението на няколко главни булеварда в гр. София. Сензорът AirBeam2 е прикачен към превозно средство, което се движи по избрани трасета, които пресичат центъра на София и са разположени относително перпендикулярно едно спрямо друго. Измерванията отново са проведени в три различни дни през месец Април, 2020 г. По-високи концентрации са регистрирани в района на кръстовищата, включително в централната градска част, където се пресичат булеварди с интензивен трафик и има светофарна уредба. Най-високи стойности се наблюдават в Дружба, Горублене, Захарна фабрика и околновръстен път, а най-ниски са стойностите в района на парк Борисова градина.

В последната глава са обобщени основните резултати от изследването, а именно разработването на БЛА за количествена оценка на замърсяването на въздуха в условия, при които вземането на проби с общи техники не е възможно или би дало по неточна представа, както и тестване на БЛС и формулирането на подходяща методика за използването и в бъдещи задачи. Описани са добросъвестно във вид на таблица ползите и ограниченията открити при използването на БЛА в проведеното пилотно изследване в областта на замърсяването на въздуха. Представени са приносите на дисертационния труд, потенциала за практически приложения на методиката в България, както и за бъдещи научни изследвания.

Работата е илюстрирана с огромен брой фигури (137), всички с достатъчно добро качество. Представянето във вид на графика помага интерпретирането на резултатите. Разсъжденията на автора са подробни и логично водят към съответните заключения и изводи. Използваните процедури и техники са добре описани, но малко хаотично разхвърляни в различни части на изложението. В дисертацията са цитирани 130 заглавия като допълнително в текста са посочени веб-базирани страници. Основната част от тези работи са използвани в първата обзорна глава и теоретико-методологична основа, описана във втора глава, една от цитираните статии е пряко свързана с работата по дисертационния труд с автор дисертанта. Повечето от публикациите са съвременни разработки през последните 10 години, което показва, че докторантът е запознат и с най-новите изследвания. Почти всички цитирани работи са на английски, само 2 от тях на български. Само едно от цитираните заглавия е на български учен, свързана с използването на БЛС за фотограметрични цели, но това е обяснимо, тъй като предлаганата разработка е иновативна и се прилага за първи път в България.

Цели на дисертацията

Целите на дисертационния труд, така както са формулирани от автора, са представени по-общо още в началото на въведението:

- Да се извърши задълбочено проучване с цел прилагане на иновативни технологични подходи и методи за разширяване на приложенията за мониторинг на качеството на атмосферният въздух;
- Да се предложи изграждане на методология, която води до намаляване на сложността и разходите за мониторинг;
- Да се подобри достъпността до иновативни и надеждни средства за мониторинг и подобряване на управлението на получените данни.

След това в подточка 1.2.3. целта на изследването е по-ясно формулирана, като геопространствен анализ на газови емисии с помощта на БЛС при използване на нова за България технология за мониторинг на качеството на въздуха и свързаното с него излагане на хора на замърсители, генерирани от трафика. Описани са и възможните приноси от тази технология, които съответстват на формулираните в началото по-обща цели. В настоящия дисертационен труд е предложен пилотен проект на иновативно за страната ни приложение, даващо възможност за точни измервания на замърсяването на въздуха с висока геопространствена и времева резолюция в урбанизирани територии (в случая гр. София), чрез инструменти, конструирани за целите на настоящото изследване.

Методи на изследване

Основен метод на изследване е анализ на получените резултати от множество измервателни полети с БЛС проведени при четири типа полеви експерименти. Тези експерименти са предварително формулирани в изпълнение на конкретни задачи описани по-горе в представянето на глава 3 и биха могли да се определят като практико-приложни задачи. Отделно са представени и теоретични задачи на изследването, свързани със самото създаване на системата – избор на компоненти, определяне на полезния товар и свързаните с него ограничения относно размера и теглото на сензорите, а не на последно място и цената на оборудването. Изпълнението на двата типа задачи води до една завършеност на системата, свързана с нейното разработване и непосредственото и приложение в различни задачи на пилотен проект, изпълнен за гр. София.

Научни приноси

Има съществена разлика между формулираните научни приноси в дисертационния труд и автореферата. Посочените приноси до голяма степен отразяват действителните постижения, но конкретната им формулировка не е достатъчно прецизна. В приносите трябва да бъдат включени само конкретни резултати от работата на докторанта, а не до какво би могла да доведе тази нова методология (да сведе до минимум настоящото ниво на несигурност при оценката на емисиите) и за какво би могла да се използва в бъдеще (за редовни патрули около индустриални зони и площадки, пътища за по-ефективна оценка на емисиите), както е посочено в два от приносите. Основните приноси, според мен, биха могли да се обобщят до няколко основни точки:

1. Разработен е нов метод на базата на БЛС за изследване на качеството на въздуха, като ясно са формулирани предимствата и ограниченията му, както и възможностите за прилагането на метода в различни бъдещи приложни и научни задачи;
2. Разработена е методология за прилагането на този нов метод в редица приложни задачи, която е демонстрирана при конкретни изследвания проведени в град София - различна обстановка и източници на замърсяване (магистрала и различни класове пътища);
3. Оценен е ефекта от наличието на препятствия (бариели) в близост до пътя и тяхното влияние върху разпространението на ФПЧ с различни размери;
4. Обогаляване на знанията за вертикалното разпределение на ФПЧ и получаването на ясна картина на намаляване на концентрацията над 30 m при всички проведени експерименти;
- 5 Демонстрирана е ефективността на разработения метод за откриване на източник на замърсяване при симулиран пожар;
6. Представен е хоризонтален профил на замърсяването с ФПЧ чрез прикачен сензор към превозно средство, което се движи по избрани трасета, които пресичат центъра на гр. София и са разположени относително перпендикулярно едно спрямо друго, като са направени изводи за замърсяването с ФПЧ в различни райони на гр. София.

Най-общо получените резултати могат да бъдат определени като обогаляване на съществуващи знания, създаване на нов полезен метод за анализ/изследване, както и получаване и доказване на нови факти, което е напълно достатъчно за присъждане на образователна и научна степен „доктор“.

Автореферат

Представеният автореферат е изложен на 40 страници, като отразява коректно съдържанието на дисертационния труд, по-добре структуриран е и включва само по един пример за избран замърсител ФПЧ_{2.5} за основните експерименти. Показани са резултати само от едното трасе през гр. София, което определям като слабост, защото в текста се описват и двете трасета и липсват доказателства за направените изводи. Формулираните приноси не съответстват на тези в дисертацията. Необходимо е да се оправят тези разлики, тъй като автореферата е съкратено, но точно представяне на извършената работа представена в дисертационния труд и приносите трябва абсолютно да съответстват на посочените в него.

Публикации по дисертационния труд

Докторантът представя общо 2 самостоятелни публикации по темата на дисертационния труд, което е изискуемия минимум. Те са публикувани на български език в Годишник на Софийски университет „Св. Кл. Охридски“, Геолого-географски факултет. Може да се твърди, че работата на докторанта е добре представена в българската специализираната литература, но представяне на работата на английски език пред по-широка аудитория би могло значително да повиши интереса към разработения нов метод и методология за прилагането му. Това би могло за доведе до приложение във всяка една урбанизирана среда и в други страни. Не са представени данни за евентуални цитирания.

Използване на резултатите в научната и оперативната практика

Представеният нов метод и разработената за неговото прилагане методология има огромен потенциал за приложение в редица задачи, свързани със замърсяването на въздуха и въвеждане на мерки за ограничаване на вредните емисии в градска среда. Възможни практически приложения са подробно описани в последната глава на дисертационния труд. Описани са също и посоки за подобряване на създадената система чрез включване на допълнителни датчици за измерване на метеорологични елементи, което значително ще подобри анализите на резултатите от измерванията.

III. Мнения, препоръки и бележки

Докторантът е извършил значително количество работа при конструирането на самата система, формулиране и провеждане на различните полеви експерименти, както и в последвалата обработка на данните. Анализирането на такова огромно количество фигури, синтезиране и представяне на най-важните изводи по конкретните задачи, свързани със замърсяването с ФПЧ в гр. София, е наистина впечатляващо. Направени са научно-обосновани изводи за всяка от представените фигури, някои от направените обобщаващи заключения биха могли да се използват в практическата дейност на редица правителствени и неправителствени организации, работещи по проблемите на замърсяването в град София и връзката му с човешкото здраве. Други обаче се нуждаят от допълнителни изследвания за да се достигне до обобщаващи изводи поради малкия брой разгледани случаи. Двете публикации са самостоятелни, което би трябвало да е доказателство за водещата роля на Павел Цветков в неговата научно-изследователска работа. Графичното оформление на дисертацията е много добро.

Към работата имам следните забележки:

Основната ми забележка е към оформянето на дисертационния труд – доста небрежно с много правописни грешки, мерните единици трябва да са в системата SI а не смесица от латински и български букви (като $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mkg/m^3 , m/s) има неточности при използване на термини (разпръскване вместо дифузия; излъчвани частици, вместо емитирани/изпуснати; ПЧ вместо ФПЧ, R-квадрат е коефициент на детерминация и др.). В заглавната страница липсва професионално направление 4.4. Науки за земята. Редица изречения, особено в уводната част са неточни и объркани, което показва незадълбочено познаване на материята, отнасяща се до процеси на образуване на аерозол и метеорологични фактори. Структурата на първите две глави е някак хаотична, има редица дублиращи се описания, които са включени и в едната и в другата глава и биха могли да бъдат обобщени на едно място. Глава 2.1 Преглед на литературата с описание на видовете библиографски данни не носи никаква съществена информация и спокойно може да отпадне. В глава 2.4 Хардуер и софтуер в изисквания за проектиране пише, че се дефинират 5 основни изисквания, а те са 4. Дадени са части, използвани при конструиране на БЛА и сензор AirBeam2 с технически спецификации и данни за ефективността, които са от предишни изследвания и нямат отношение към работата на самия докторант. Такива подробности изобщо не са необходими в основния текст и трябва да се дават в приложения.

В глава 3.1 сравнителен анализ на сензор са представени сравнения с три бази данни, като всеки път е посочено едно и също, че сравнителните данни за калибрация на сензора на измерване са представени за интервал от по един час, през три делнични дни и тази методология съвпада с препоръките, представени от Европейската комисия в „Protocol of evaluation and calibration flow-cost gas sensors for the monitoring of air pollution“. Спокойно този параграф може да се запише в началото и после да се описват само конкретните дни и час на измерването. Основен недостатък на анализите е, че те се базират само на визуално сравнение. Няма изчислени количествени характеристики в подкрепа на направените изводи. Направените заключения най-вече са, че „показват сходно поведение и от двата типа сензори“ при положение, че има 44% разлика между стойностите от двата сензора. Представянето на разликата в % а не с колко $\mu\text{g}/\text{m}^3$ се разминават стойностите е много по-информативно. Не е ясно на каква височина са правени сравненията и дали тя съвпада в височината на сензорите от другите стационарни локации на измервания.

Полето на концентрацията зависи от няколко фактора, които са взаимосвързани – емисиите изпускани от обекта, метеорологичните условия (не само скорост на вятъра, но и устойчивост на атмосферата от която пряко зависи дисперсията на замърсителя поради наличието на турбулентност) и структурата на физическата среда. В дисертацията е изследвано влиянието на физическата среда (липсата или наличието на препятствие/бариера в близост до пътя), другите два елемента са само косвено засегнати. Само в един от експериментите за откриване на източник на замърсяване чрез БЛС са представени подробни данни за метеорологичните условия, за всички други експерименти описанието се свежда до факта, че метеорологията била благоприятна, безветрие или незначителна скорост на вятъра. Само при изследванията за автомагистрала „Тракия“ има параграф, отнасящ се за структура на потока на движение: „Коефициентът на движение на трафика през всичките три дни на измерване в близост до магистралата беше в обхвата на около 100 моторни превозни средства в минута, от които около 20% бяха тежкотоварни, дизелови. Повечето трафик се движеше свободно с постоянна скорост от около 100 км“. Не е ясно обаче откъде е получена тази информация, от официален източник (трябва де се цитира) или от преброявания на място по-време на експеримента. За останалите експерименти е посочено само, че имат различен тип структура и интензивност на трафика. Описването в явен вид на метеорологичните характеристики и структурата на трафика дава една по-добра база за анализи на полето на замърсяване показвайки взаимовръзката между отделните елементи.

Въпроси към докторанта

1. Какво означава „почти перфектна корелация“ или „добра корелация“, когато липсва количествена оценка и не е изчисляван коефициент на корелация между редиците данни?
2. При изследванията в глава 3.2 измерванията правени на 10 и 20 m са отместени във времето, като за автомагистрала „Тракия“, където летателния маршрут е по-дълъг, през ден №1 измервания са правени в 09:46 до 09:56 на 10 m височина и в 11:12 до 11:18 на височина 20 m. В следващите експерименти също има по 30-40 минути

отместване между измерванията на 10 и 20 m. Каква изобщо е идеята на измервания на 2 нива при първия тип експерименти в хоризонтална посока? Следващият експеримент е изследване на вертикално разпределение на концентрацията от земната повърхност до 50 m в рамките на 3-4 минути и получените резултати са много показателни за вертикалната структура на полето на концентрацията на ФПЧ. Много по-ценно би било изследването на хоризонталния градиент в полето на концентрацията с отдалечаване от пътя при първия тип експерименти. Възможно ли е изчисляването на хоризонтален градиент (от 0 до 100 m отстояние от пътя) на база събраните данни от различните експерименти, което би било много полезен резултат и ако отговора е „да“, защо не е направено?

3. Защо графиките от измерванията направени около автомагистрала „Тракия“ са по-различни от останалите и не съдържат изчислени статистически характеристики – средно, минимална и максимална стойност като при другите? Това би улеснило интерпретирането на резултатите. Защо летателния план за този експеримент е по-различен от останалите, перпендикулярното на пътя прелитане е до 200 m, а за останалите до 100 m? Тази разлика прави труден анализа за влиянието на различния тип път и трафика върху полето на концентрацията на ФПЧ, една от основните задачи при първия тип експерименти.

Заклучение

Предлаганата за рецензиране докторска дисертация на Павел Цветков удовлетворява изискванията на чл. 6 на ЗРАСРБ, на глава 2, раздел II от ППЗРАСРБ и раздел III на ПУРПНСЗАД на СУ „Св. Кл. Охридски“ за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.4. Науки за земята, научна специалност Картография (Тематично географско картографиране – Дистанционни изследвания).

Направените забележки в никакъв случай не омаловажават резултатите от изследванията. Всичко описано по-горе доказва несъмнено вложен високо квалифициран труд, много добри теоретични познания в областта на самостоятелно проведеното изследване и демонстрирани отлични умения за прилагане на съвременни изследователски методи. Разработването на нов метод и система на базата на БЛС за изследване на качеството на въздуха и методология за прилагането му при решаване на различен тип задачи говори за много добрата професионална квалификация. Целта на дисертацията е по-скоро да се демонстрират възможностите на метода, тъй като за ограниченото време на докторантурата не е възможно провеждането на мащабно изследване в толкова различни направления. Най-важното е разкриването на голям потенциал за по-нататъшно усъвършенстване и използване на разработения метод. Може да се твърди, че дисертацията напълно отговаря на изискванията към такъв труд. Цялостната ми оценка е **ПОЛОЖИТЕЛНА**. Ето защо, препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на Павел Цветков образователната и научна степен “доктор”.

27.04.2017 г.
гр. София

Рецензент:
/доц. д-р Р. Димитрова/