

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен
Доктор

Автор на дисертационния труд:

Елица Димитрова Узунова - Стоева

Редовен докторант към ИКИТ-БАН, София

Тема на дисертационния труд: **“ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГРАДСКАТА
ЗЕЛЕНИНА В УРБАНИЗИРАНИ ТЕРИТОРИИ И АНТРОПОГЕННОТО
ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ НЕЯ ЧРЕЗ АЕРОКОСМИЧЕСКИ
ТЕХНОЛОГИИ“**

с научен ръководител Проф. д-н Гаро Мардиросян

В област на висше образование 4. „Природни науки, математика и информатика, Професионално направление 4.4. „Науки за Земята, Научна специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите“

Рецензент: Проф. д-р Бойко Кирилов Рангелов –
Секция „Дистанционни методи ” – ИКИТ-БАН, София

Представената рецензия е в изпълнение на заповед № 82/06.08.2025 г. на директора на ИКИТ-БАН и избор на рецензенти от научно жури, проведен на 21.08.2025 г.

Представената дисертация съдържа 121 страници, включително 20 таблици, 41 фигури, 111 цитирани литературни източника. Работата е оформена в 4 раздела, има изводи и заключение. Библиографията обхваща 111 източника от които 105 – на английски език, останалите 6 на кирилица. Използвани са както библиографски материали, така и уеб страници от Интернет. Предвид спецификата на дисертационния труд, изследванията са провеждани както в теоретичен аспект – главно като литературен обзор, така и в практиката на обработката и анализа на сателитни данни, ГИС картиране и даже изкуствен интелект (коректно указан в текста).

Актуалност:

Темата на дисертационния труд е изключително актуална, като се има предвид масовото строителство, с последващо унищожаване на зелените площи, в големите урбанизирани центрове на страната. Това се подсилва от факта, че основният фокус е насочен към урбанизацията на София и постоянното, понякога неконтролируемо унищожение на естествената зеленина на града с нескопосаните опити да бъде заменена с изкуствено разсаждани видове, което на всичкото отгоре, е и не винаги успешно.

Използването на комплексен подход при това изследване, повишава неговата методическа насоченост и дава възможност за навлизането на нови, по-модерни методи за изследване, каквито са дистанционните аерокосмически изследвания на Земята. Представени са качествени и количествени анализи за изменението на площните покрития от зелени площи, като са използвани 3 основни метода - съвременни сателитни технологии, Географски информационни системи (GIS), съчетани със спектрални класификации. Получени са резултати вследствие на експериментална дейност и задълбочен корелационен анализ, като резултатите имат и иновативен характер.

Основна цел и задачи на дисертацията:

Целта на изследването е, да се разработи, приложи и валидира интегрирана методика за многогодишен мониторинг и анализ на градските зелени площи за територията на гр. София.

За постигането ѝ са формулиране следните по-важни задачи:

1. Съпоставяне на сателитни изображения Sentinel-2 (Level-2A), регистрирани в периода 2016–2023 г., в условия на максимална вегетация и ниска облачност ($<10\%$), за строителната граница на София.
2. Сравняване на три алгоритъма за класификация — Spectral Angle Mapper (SAM), Maximum Likelihood (MLike) и Minimum Distance (MD) — с цел, избор на най-подходящия метод, по количествени показатели и точност.
3. Приложение и разработване на алгоритъм за всяко изображение.
4. Пространствена филтрация за изключване на несъответстващи територии (индустриални зони, пътища и др.)
5. Количествен анализ на типовете земно покритие (зеленина, застрояване, почва, вода) и трансформация от пикселни стойности в площи (km^2) за всяка година от изследвания период.
6. Формулиране на изводи, относно тенденциите в състоянието и развитието на градските зелени площи в София, ефективността, устойчивостта и приложимостта на предложената методика за мониторинг на урбанизираната среда.

Анализ на изследванията и получените резултати.

Глава Първа е озаглавена

Литературен Обзор

Той се представя в две посоки – 1) урбанизация и мониторинг и 2) София, като илюстрация за голяма урбанизирана територия. Съдържанието е насочено към:

- Съвременните тенденции в урбанизацията
- Въздействие на урбанизацията върху околната среда
- Мониторинг на градската среда
- Зелените площи и техните функции в урбанизираната среда
- Аерокосмическият мониторинг и неговото значение – разделителна способност, спектрални канали, вегетационни индекси,
- Класификации на земната основа

в първата част на Глава 1 и

Град София – като обект на изследването във втората част:

- ОУП на София
- Граници на територията
- Приложение на ИИ в изследването на София

Главата завършва с Изводи.

Впечатление прави големият обем на Глава 1, която заема повече от половината текст на Дисертацията. Това е продиктувано от разнородния характер на планираните задачи и дейности при изследването.

Глава Втора - МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО е посветена на разработваната методология на изследването и включва:

- Предварителна обработка на сателитните данни
- Атмосферна корекция на изображения от Sentinel-2 със съответните методи (Емпиричен – Dark Object Subtraction (DOS), Алгоритъм – Py6S (6S Radiative Transfer Model), Комбиниран метод (DOS + Py6S).

Критично са разгледани преимуществата и недостатъците на методите по отношение на входните данни, тяхното количество и качество.

Обърнато е особено внимание на ГИС слоевете, като ефективен инструмент за картиране.

Процедурата по обработка на данните изисква:

- Създаване на обучителен набор от мултиспектрални данни
- Сравнителен анализ на използваните алгоритми за класификация на земното покритие
- Изследване на грешките при класификациите, което е от съществено значение за ефективността на съответния метод. В резултат от прилагането на различните методи е избран този на Спектралното класифициране, като най-ефективен и точен за растителността.

В резултат от опробването на различните методи и получаваните резултати е извършена класификация на обектите от урбанизираната територия с основен фокус върху зелените зони и тяхната функционална насоченост.

Накрая са описани и използваните софтуерни продукти използвани при изследването.

Като краен продукт от изследванията в глава Втора е разработен и предложен алгоритъм на методологията, включващ като интегрално цяло отделните методи и подходи, при оценката на зелените площи в урбанизираната област на град София.

Глава Трета е най важната: РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО

Представява систематизиране на резултатите и анализ в развитието на динамиката на зелените площи в урбанизираната територия на столицата.

- Извършена е Класификацията на земното покритие, което е сведено до четири основни класа: зеленина, застрояване, почва и водни повърхности. За всеки от тези класове са изчислени площите заети от тях. Анализираният период от 2016 до 2023 г. обхваща едни от най-интензивните години на трансформация на градската среда, с динамично застрояване, мащабни инфраструктурни проекти, изграждане на жилищни и индустриални райони.
- Извършено е пространствено и количествено разпределение на земното покритие в рамките на урбанизираната територия на София, получено чрез SAM класификация на изображения от Sentinel-2 за периода 2016 – 2023 г. Получените резултати са илюстрирани с карто-схеми, показващи визуално измененията в най-натоварените с антропогенно въздействие райони по години и обобщено.
- Извършен е времеви геопропространствен анализ на градската среда в град София - картографско сравнение на извадки от различни градски области за периода (2016–2023 г.)
- Показано е изменението във времето на зелените градски площи в критични райони с най-голямо антропогенно натоварване.
- Въз основа на получените резултати може се установява, че наблюдаваните процеси на урбанизация водят до увеличаване площите на клас застрояване. През 2016 г. те са около 80,2 млн. пиксела (приблизително 8,02 km²), като до 2023 г. достигат 89,3 млн. пиксела ($\approx 8,93$ km²), което е ръст от над 11% в рамките на разглеждания период.
- При клас зеленина, по получените резултати се наблюдават отчетливи промени, които се дължат на сезонни, климатични и антропогенни въздействия. Установено е че площите, заемани от този клас, през 2016 г. са около 69,1млн. пиксела ($\approx 6,91$ km²), достигат максимална стойност от 81,3 млн. пиксела ($\approx 8,13$ km²) през 2018 г., след което значително намаляват до 64,2 млн. пиксела ($\approx 6,42$ km²) като през 2021 г. До 2023 г. зеленината се стабилизира на ниво от около 70,2 млн. пиксела ($\approx 7,02$ km²).

Подобни разглеждания и анализи са направени и за другите изследвани класове земно покритие. Резултатите от анализите са илюстрирани с графики и схеми, които дават ясна представа за измененията във времето на различните разглеждани параметри.

Накрая на Глава Трета са изтъкнати предимствата на създадената методика и нейната универсалност в прилагането ѝ за изследване на високо урбанизирани територии. Вербализирани са и възможни перспективи за бъдещи изследвания, тъй като подобен подход, изисква продължителен мониторинг.

Обобщения и оценка

Дисертацията като цяло е оформена добре, с логическа структура и демонстрирани умения на автора да обобщава. Авторефератът отразява правилно основните моменти от дисертацията. Прави впечатление липсата на номерация на страниците.

Приложеният списък от публикации по дисертационния труд, съдържа 5 броя - основно доклади в пълен текст на научни форуми и конференции.

Липсват самостоятелни публикации. Аспирантката е водеща автор в две от тях – в останалите е втори автор. Общата статистическа справка показва, че получените обобщаващи точки, включващи и другите дейности на докторантката, заедно с публикациите показва, че необходимите условия на закона са изпълнени за Елица Стоева. Всички публикации са на български с изключение на една – на английски. Това, в известна степен обяснява липсата на цитати, защото не са представени данни за забелязани цитати.

Нямам съвместни публикации с Елица Димитрова Узунова - Стоева.

Приноси

Приносите в дисертационния труд са изцяло на автора - Елица Димитрова Узунова – Стоева. Препоръчвам част или цялата дисертация да стане достояние на Администрацията на Столична община, където може да послужи за вземане на правилни управленски решения.

Оценявам, направените приноси в дисертационния труд, по следния начин:

Методически:

- Създадена е методика за изследване на зелени и урбанизирани площи за големи градски агломерации с разнообразен релеф и растителност (град София) чрез аерокосмически методи, което е високоефективен и относително евтин метод за мониторинг.
- Създадената методика е универсална и използва широко известни и достъпни източници на данни, което я прави лесно и бързо приложима.
- Подбрани са и са изследвани методи за оценка и класификации, използващи ИИ, което е перспективна насока за широко внедряване и масови управленски приложения.

Експериментални:

- Експериментално е доказано, че в разглеждания 7-годишен период (2016-2023) измененията на зелените площи във високо урбанизираната територия на гр. София намаляват с около 10-11%, която тенденция, ако продължи, не внася комфортност на жителите на града.
- Показано е, че избраният комплекс от методи, може успешно да се прилага и дава надеждни резултати. Това може да има сериозно значение

при предоставяне на резултатите на управленските органи на града – за по-ефективно управление на градската среда.

Забележки:

Основните ми бележки се отнасят до някои технически пропуски, които определено затрудняват рецензирането. Липсата на номерация на страниците на дисертацията и автореферата, не позволяват конкретно указване на забелязани граматически и стилистични грешки.

Направените от мен бележки, не омаловажават положението труд, усвоените методики и получените резултати от докторанта Елица Димитрова Узунова - Стоева. Те показват, че тя може да използва успешно получените знания и умения в практическата си дейност и да развива самостоятелно такава.

В заключение:

1. Дисертационният труд е актуален с подчертан обществено значим и научен характер в областта на изследването на зелени и рекреационни площи в силно урбанизирани територии (като пример – град София).

2. Формулираните приноси в дисертацията, показват практическата полза и високата ефективност, при използването на нови и модерни средства – сателитна информация, ГИС, GPS и др. модерни дистанционни аерокосмически методи и средства, в изучаването на силно урбанизирани територии.

3. Извършеният анализ, получените резултати и описаните приноси са основен продукт от дисертацията на Елица Димитрова Узунова - Стоева.

Поради изказаните по-горе съображения, съм напълно убеден, че представеният дисертационен труд на Елица Димитрова Узунова - Стоева и постигнатите резултати показват, че тя притежава необходимите качества изисквани от закона. Поради това, имам положително становище към постигнатите в дисертацията резултати и предлагам на почитаемото научно жури да даде на Елица Димитрова Узунова - Стоева образователната и научна степен „доктор”.

1.9.2025 г.



Рецензент:

Проф. д-р Бойко К. Рангелов