

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: Златомир Добрев Димитров, докторант, редовна форма на обучение към Института за космически изследвания и технологии (ИКИТ) при Българската академия на науките (БАН), гр. София

Тема на дисертационния труд: „Оценка на параметрите на дървостоя в нарушени и ненарушени горски територии чрез методи, базирани на радарните технологии – поляриметрия и интерферометрия (POL-SAR & InSAR)“

Член на научното жури: доц. д-р Радка Георгиева Колева, Лесотехнически университет, област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“, научна специалност „Фотограметрия и дистанционни методи“, определена за член на научното жури със заповед № 34/30.03.2023 г. на Директора на ИКИТ-БАН и на основание на решение от Първото заседание на Научното жури.

1. Кратко представяне на докторанта

Златомир Димитров е зачислен като редовен докторант със Заповед № 22 от 27.01.2016 г. на Директора на ИКИТ-БАН в секция „Дистанционни изследвания и ГИС“ към ИКИТ-БАН. Оценка по кредитната система за обучение на докторанти в БАН за изпълнението на образователната и научна програма от ас. Златомир Димитров потвърждава натрупването на 712 кредита, при необходим минимум от 250 кредита.

Дисертационният труд е обсъден на заседание от еднократно разширен Научен семинар на секция „Дистанционни изследвания и ГИС“ при ИКИТ-БАН, проведено на 29.03.2023 г. и е разкрита процедура за публична защита с решение на Научния съвет на ИКИТ-БАН.

2. Обща характеристика дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е с общ обем 269 страници и включва 91 таблици, 159 фигури и карти. Цитирани са 198 литературни източника (28 на кирилица и 170 на латиница), голяма част от които са издания от последните 5 години. Разработен е в шест части, в началото на разработката са включени още списък на съкращенията, списък на фигурите, списък на таблиците и въведение, а в края заключение, приноси, научни публикации по темата на дисертацията, списък на използваната литература, приложения и резюме на английски език.

Във въведението е аргументирана актуалността на разработката – необходимостта от идентифициране и оценка на повредите в горските насаждения, причинени от

абиотични фактори посредством радарни методи чрез данни от радари със синтезирана апертура – SAR. Дефинирана е целта на изследването: разработване на методологичен подход за определяне параметри на нарушени и ненарушени горски територии, чрез методи базирани на радарните технологии – поляриметрия и интерферометрия (POL-SAR & InSAR). За нейното реализиране са подбрани обекти, включващи нарушени и ненарушени смесени широколистни и иглолистни гори в планински район, както и ненарушени лонгозни гори в равнинен район. От поставените задачи, както и използваните средства за реализирането им, може да се направи извода, че докторантът има задълбочени познания в предметната област на разработката.

За постигане на поставената цел на изследването детайлно са формулирани основни задачи в следните 3 направления:

- 1) Теоретични анализи на съществуващите радарни технологии за определяне таксационните параметри на горските територии.
- 2) Разработване на методология на изследването.
- 3) Приложение на методиката за определяне параметрите на гората и проследяване на нарушения в следствие от ледолом.

Съвременното състояние на проблема е анализирано в Глава 1, като е отделено внимание на радарните системи, предимствата и недостатъците на различните методични подходи за определяне на таксационни показатели и изследване на нарушения в горските насаждения.

Разработената в Глава 2 методология на изследването е базирана на три основни анализа в микровълнови канали „L“, „C“ и „X“, които прилагат следните технологии – Радарна Поляриметрия (POL-SAR), Радарна Интерферометрия (InSAR) и Времеви подход, базиран на времева серия (time series). Създадена е пространствена гео-база данни, в която освен спътниковите данни са включени и многообразни референтни слоеве: горскостопански планове, референтна БД за нарушенията, референтни слоеве за AGB предоставени от Университета в Йена – GlobBiomass-2010© и CCI-Biomass© на ESA, слоеве по COPERNICUS Services – Forest Type (FT-2018), Tree Cover Density (TCD-2012) и (TCD-2018), Dominant Leaf Type (DLT-2018), метеорологична информация. В планинските райони е използван ЦМР с висока пространствена разделителна способност (ППС) – „TanDEM-DEM12©“, предоставен от Немската Космическа Агенция.

В Глава 3 са разработени алгоритми и скриптове за анализи посредством данни от радарни технологии и е доказано, че поляриметричните декомпозиции, кохерентности и сегментации се характеризират със силно обемно разсейване от горските територии, а Радарният индекс на растителността – dRVI показва зависимост от геометричните дефекти. Изчислените времеви дескриптори показват цялостно филтриране на зърнистостта, а интерферометричните дескриптори предоставят разнообразна информация за вида на терена и голяма чувствителност към горския слой.

Извършен е мултичестотен амплитуден и тематичен анализ на изчислени дескриптори по данни от SAR за горски територии (Глава 4). Той обхваща сравнение на поляриметрични дескриптори в тестовите участъци в два сезона и в различни честотни диапазони, тематични анализи в ГИС по средни стойности от времева серия от

SENTINEL-1, както и по амплитудни и фазови стойности по данни от TanDEM-X чрез класификации с и без обучение.

Численото моделиране показва добри резултати при определяне на таксационните показатели на насажденията като дървесен вид, височина и запас, които са валидирани чрез теренни измервания (Глава 5).

В Глава 6 са проследени нарушения в планински райони, извършен е анализ на загубите на дървесни ресурси и е изчислена общата им площ.

Получените резултати и съставените тематични и оценъчни карти дават възможност за идентификация на нарушените горски насаждения, проследяване на състоянието на растителността и степента на повредата.

Оценявам положително факта, че всяка част от дисертационния труд завършва с изводи, които произтичат от проведените изследвания и реализираните задачи.

Данните от SAR предоставят възможност за изследване и анализ на горските екосистеми, при което освен интензивността се взема в предвид и фазата на регистрирания сигнал. Прилагането на радарните технологии поляриметрия (POL-SAR) и интерферометрия (InSAR) за първи път в горските територии на РБългария създава условия за усъвършенстване на познанията на специалистите, работещи в тази научна област и установяване на проблемите при тяхното приложение за горски насаждения.

Определянето на таксационни показатели на насажденията допълва съществуващи изследвания от български автори, базирани на оптични методи. Идентификацията и оценката на нарушения в горските територии предоставя ценна информация на Изпълнителна агенция по горите, Лесозащитните станции и всички държавни, академични или неправителствени организации, ангажирани с опазването и съхраняването на горските ресурси.

Дисертационният труд по структура и обем отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника към него, а също и на Правилника на ИКИТ-БАН за получаване на образователната и научна степен (ОНС) „доктор“.

3. Актуалност на проблема

Дисертационният труд е насочен към съвременна научно-приложна област. Радарните технологии, в съчетание с дългогодишния положителен опит, традициите и постигнатите резултати в горското стопанство в РБългария, могат да се използват за оценка на параметрите на дървостоя в нарушени и ненарушени горски територии с цел съхраняване и увеличаване на залесените площи. Тези технологии позволяват цялостна оценка на биофизичните и геометрични характеристики, формиращи таксационните показатели на горските насаждения. Горските територии в България са обект на природни нарушения в резултат на въздействието на биотични и абиотични фактори. Абиотичните фактори водят до промяна в геометрията и структурата на дървостоя, а идентификацията и оценката на тези нарушения може обективно и достоверно да бъдат осъществени чрез данни от SAR. Тези данни, получавани от активни сензори проникват през всички слоеве на атмосферата и предоставят изображения по всяко време от денонощието. Днес, спътниковите радарни системи са основен източник на данни за

решаване на различни научно-приложни задачи в дистанционните изследвания на горите.

4. Основни научни и научно-приложни приноси

Признавам предявените претенции за приноси и ги оценявам като лична заслуга на докторанта. Те произтичат от получените резултати в извършените научни изследвания и се изразяват в:

➤ Разработване на методологичен подход с алгоритми програмирани в среда на „R“, Python и GAMMA©, базиран на три вида спътникови радарни технологии – радарна поляриметрия (POL-SAR), радарна интерферометрия (InSAR) и радарни времеви серии, за определяне таксационни параметри на гори и идентификация на нарушени горски територии, в следствие на абиотичен стрес. Аprobация на методиката в три тестови участъци от горските територии на РБългария. Съставяне на 39 тематични карти базирани на три-канални комбинации и други, от интерферометрични и времеви дескриптори.

➤ За първи път идентифициране на нарушения в следствие на абиотичен стрес от ледолом, в планински горски територии, в умерените ширини, базирани на радарни спътникови технологии по данни от SAR и експериментални бистатични заснемания от тип Alternating Bistatic, от TanDEM-X (DLR). Създаване на 4 оценъчни карти за загубите на биомасата и дървостоя, в основните нарушени тестови участъци TS20 – „Миджур“ и TS21 – „Чупрене“, разположени на северните склонове на Западна Стара Планина.

➤ Разработване на статистически регресионни модели, за установяване на връзката между наземни измервания и дистанционни данни от SAR и оценка на тяхната статистическа значимост. Дефиниране на Индекс за хомогенност на горската растителност, на база таксационни показатели в подотделите и на базата на създаден алгоритъм програмиран в среда на MATLAB®.

Дисертационният труд утвърждава практическото приложение на методите, базирани на радарните технологии – поляриметрия и интерферометрия (POL-SAR & InSAR) за оценка на параметрите на дървостоя в нарушени и ненарушени горски територии. Като положителен факт бих искала да подчертая, че към методологичния подход са разработени скриптове в програмна среда на Python, „R“ и GAMMA©, като част от тях са предоставени в отворен код на научната общност (<https://github.com/zlatomirdd/>). Предложени са две полезни три-канални комбинации с висока ПРС, първата – на база времеви дескриптори (RGB-1), а втората – на база интерферометрични дескриптори (RGB-3) за тематичното отделяне на горите на база геометричните и физическите им характеристики.

5. Автореферат

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията на ЗРАСПБ, съответства на текста на дисертационния труд и на основните части от него. Разработен е в 81 стр. текст в шест части, като в началото включва използвани съкращения и въведение, а в края

препоръчала в бъдещи разработки вместо таксационни параметри да се използва утвърденото в лесовъдската практика в България понятие таксационни показатели.

Не съм установила плагиатство в дисертационния труд, автореферата и представените по процедурата публикации.

Докторантът е постигнал поставената цел и чрез решените задачи е доказал формулираната в дисертационния труд работна хипотеза, че поради кохерентната природа на активните радиолокационни системи със страничен обзор и синтезирана апертура (SAR) може да се извърши оценка на геометричните и био-физичните характеристики на горските насаждения, посредством фазата и интензивността на сигнала при съответните състояния на поляризация.

Личните ми впечатления от докторанта са за целенасочен и задълбочен изследовател в областта на обработката на спътникови изображения и интерпретацията на резултатите от нея за оценка на биофизични процеси.

Препоръчвам дисертационния труд да бъде издаден като самостоятелна монография, която би била методологична основа както за работещите в областта на дистанционните изследвания, а също и за лесовъди и еколози, изучаващи нарушения в горските територии по спътникови данни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на научните и научно-приложни приноси, методите на изследване, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и критериите за придобиване на научни степени в ИКИТ на БАН, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да предложа на почитаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на **Златомир Димитров** образователната и научна степен „**доктор**“ по научната специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите“.

Дата: 27.04.2023 г.
гр. София

РЕЦЕНЗЕНТ:
(доц. д-р Р.Колева)

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

